

# Crop Science Research in Arid Regions

homepage: <https://cropscience.uoz.ac.ir/>

## Research Article

Volume 7, Issue 4, 2025, P. 887-898

### The effect of pretreatment with humic acid on cotton seed germination components at different planting dates

AmirAbbas Rostami Ajirlou <sup>\*a</sup>

<sup>a</sup> Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardebil, Iran

\*Corresponding Author: [Abasat.rostami@yahoo.com](mailto:Abasat.rostami@yahoo.com)

Received: 11 June 2025

Accepted: 19 August 2025

DOI: 10.22034/CSRAR.2025.523278.1487

#### How to cite this article:

Rostami Ajirlou, A. A., 2025. The effect of pretreatment with humic acid on cotton seed germination components at different planting dates. *Crop Science Research in Arid Regions*, 7(4), 887-898. <https://doi.org/10.22034/csrar.2025.523278.1487>

#### Abstract

**Introduction:** Cotton, as one of the most important crops in the country, has a special place due to its important role in human and livestock nutrition, health, clothing industry, and job creation, so it is known as white gold among farmers. Sometimes, due to unsuitable climatic conditions, cotton planting faces problems that can be partially resolved by agricultural operations. Proper germination and establishment of crops are among the most important and fundamental factors that affect the economic performance of the crop. Pretreatments are one of the seed improvement techniques that can increase the percentage of germination, emergence, and increase the range of seed germination in stressful environmental conditions such as temperature and drought. Increasing seed quality by pretreatments, in addition to enhancing germination characteristics and better establishment of seedlings, also increases the final yield.

**Materials and Methods:** This study aimed to investigate the effect of pretreatment of cotton seeds with powdered humic acid containing Zn at different planting dates, using a split plot experiment in a randomized complete block design with three replications on the Golestan cotton variety at the research farm of the Agricultural Research and Education Center and Natural Resources of Ardabil Province (Moghan Station) in the 1402-1403 crop year. Sowing dates in the main plots were at 4 levels (May 2 and May 15, June 2 and June 10) and seed dressing with powdered humic acid containing zinc at 3 levels (2, 3 and ppm) and a control treatment without seed dressing. The humic acid used in this design contained 60% humic acid, 15% fulvic acid and 2% zinc.

**Results and Discussion:** The results of this study showed that seed pretreatment with powdered humic acid at different sowing dates had a significant effect on germination characteristics of cultivated seeds and final and harvested yield. Seed treatment with humic acid at a ratio of 3:1000 had the greatest effect on germination percentage, germination rate, average germination time, seed vigor index, D10 (ten percent emergence) and D90 (ninety percent emergence) at the sowing date of May 15. Also,



pretreatment at a ratio of 4:1000 reduced the negative effects of late sowing dates (May 2) and early planting dates (June 15) on germination components, especially germination rate, by 11%. In addition, seed pretreatment with humic acid at ratios of 3 and 4 had the greatest effect on first and total yields. The highest first-row yield of 4700 kg/ha was obtained in seed pretreatment with humic acid at a ratio of 4:100 and the total yield of 7150 kg/ha was also obtained in this treatment. Also, the highest first-row yield of 5210 kg/ha was obtained on the planting date of May 15 and the lowest was 1700 kg/ha on the planting date of June 10. In addition, the highest total yield of 6685 kg/ha was obtained on the planting date of May 15 (as the appropriate planting date) and the lowest was 1845 kg/ha on the planting date of June 10 (as the late planting date).

**Conclusion:** Overall, the use of humic acid as a pretreatment is a cheap and easy method that led to improved germination traits, enhanced early growth of cotton seedlings, and final yield of cotton. Also, the best planting date for successful cotton cultivation in the conditions of the Moghan Plain was found to be May 15, which is recommended as the most suitable planting date. The planting date of June 10, which is sometimes used as a second crop in cotton cultivation in the conditions of the Moghan Plain, was not a suitable planting date due to the short growing season and exposure to late-season cold.

**Keywords:** Cotton, Germination, Humic Acid, Planting, Pretreatment

## تأثیر پیش تیمار با اسید هیومیک بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر پنبه در تاریخ کاشت‌های مختلف

امیرعباس رستمی اجیرلو<sup>۱\*</sup>

۱- بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران

\* مسؤل مکاتبه: [Abasat.rostami@yahoo.com](mailto:Abasat.rostami@yahoo.com)

DOI: 10.22034/CSRAR.2025.523278.1487

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱

## چکیده

جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاهان زراعی از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین عواملی است که بر عملکرد اقتصادی محصول تأثیر می‌گذارد. افزایش کیفیت بذر توسط پیش تیمارها از مواردی است که می‌تواند بر مولفه‌های جوانه‌زنی مؤثر باشد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر پیش تیمار بذر پنبه با اسید هیومیک پودری روی‌دار در تاریخ کاشت‌های مختلف به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار روی بذر پنبه رقم گلستان در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل در سال ۱۴۰۲ اجرا شد. تاریخ‌های کاشت در کرت‌های اصلی در چهار سطح (۲ و ۱۵ اردیبهشت، ۲ و ۱۰ خرداد) و بذرمال با اسید هیومیک در سه سطح (۲، ۳ و ۴ ppm) همراه با تیمار شاهد بدون بذرمال بودند. نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر با اسید هیومیک در تاریخ کاشت‌های مختلف تأثیر معنی‌داری دارد. بذرمال بذور با اسید هیومیک به نسبت سه‌دهزار بیشترین تأثیر را بر درصد و سرعت جوانه‌زنی میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص قدرت بذر، تعداد روزهای لازم برای سبز شدن ۱۰ تا ۹۰ درصد بذرها در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت داشته است. همچنین پیش تیمار با نسبت ۴ در هزار، مولفه‌های جوانه‌زنی را در تاریخ کاشت‌های کرپه و هراکشت به نسبت ۱۱ درصد افزایش داد. علاوه بر این، پیش تیمار بذور با اسید هیومیک به نسبت ۳ و ۴ ppm بیشترین تأثیر را بر روی عملکردهای چین اول و کل‌وش داشت. استفاده از اسید هیومیک به عنوان پیش تیمار روشی ارزان قیمت و آسانی است که منجر به بهبود صفات جوانه‌زنی و عملکرد نهایی و ش برداشتی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، پنبه، پیش تیمار، جوانه‌زنی، کاشت

## مقدمه

جوانه‌زنی و رشد و عملکرد نهایی این محصول را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Efe and Yarpuz, 2011). بر این اساس در صورتی که بتوان از طریق پیش تیمار بذور اثرات سوء ناشی از تاریخ کاشت نامناسب بر سبز شدن و استقرار گیاهچه را کاهش داد، آنگاه می‌توان تا حد زیادی مانع از افت عملکرد نهایی شد. تاریخ کاشت مهم‌ترین عاملی است که از طریق تأثیر بر دما، تشعشع خورشیدی و طول روز سبب برخورد مراحل رشد و نمو رویشی و زایشی گیاه با شرایط متنوع محیطی شده می‌باشد (Dadashi and Khajepour, 2004). از این طریق بر کیفیت توزیع ماده خشک تأثیر می‌گذارد (Sharifi et al., 2018). توزیع ماده خشک نقش تعیین کننده‌ای بر عملکرد داشته و به معنای تخصیص آسیمیلات‌های به دست آمده از فرآیند فتوسنتز به اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. از آنجایی که مرحله نمو مهم‌ترین عامل مؤثر بر ضریب تخصیص مواد فتوسنتزی می‌باشد، هر عاملی که سرعت نمو گیاه را دچار تغییر سازد، اثر

پنبه یکی از مهم‌ترین محصولات تجاری است که به طور معمول در مرحله جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد با تنش دمای پایین که در تاریخ کاشت‌های نامناسب ظهور پیدا می‌کند، مواجه می‌شود (Efe and Yarpuz, 2011). این امر منجر به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و به دنبال آن استقرار نامناسب گیاهچه می‌گردد. در این شرایط بذرهایی با قدرت اولیه پایین، قدرت جوانه‌زنی و سبز شدن کمتری دارند، که منجر به مشکلاتی در موفقیت تولید محصول می‌گردد و استفاده از بذرهایی با کیفیت بالا (دارای ظرفیت جوانه‌زنی، قدرت و خلوص بالا) باعث استقرار مناسب گیاهچه‌ها در طیفی از شرایط محیطی مختلف خواهد شد (Moosavi, 2019). پنبه به عنوان یکی از محصولات استراتژیک اهمیت بسیار بالایی داشته و یکی از محصولات زراعی با ارزش افزوده بسیار بالایی می‌باشد. کاشت زود هنگام یا دیر هنگام پنبه به دلایل متعددی،

در کاشت به‌شدت عملکرد و اجزای عملکرد پنبه را کاهش می‌دهد و بهتر است کشت زود هنگام با تراکم بالا را در نظر گرفت (Kassambara et al., 2024). در تحقیقی دیگر در جنوب کارولینا که به بررسی تاثیر تاریخ کاشت و اندازه بذر مورد کاشت پرداختند، به این نتیجه رسیدند که ۲۲ ام ماه می (مصادف با اردیبهشت‌ماه) بهترین تاریخ کاشت برای افزایش عملکرد کمی و کیفی پنبه می‌باشد (Holladay et al., 2024). همچنین در تحقیقی دیگر تاخیر در کشت سبب کاهش تمامی دوره‌های نمو، تعداد سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه و بیولوژیک گندم شد (Sharifi, 2016).

معمولاً بررسی مولفه‌های جوانه‌زنی در محیط آزمایشگاهی صورت می‌گیرد که به دلیل متفاوت بودن با شرایط مزرعه با خطاهایی مواجه می‌باشد. بر همین اساس پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر پیش تیمار بذر پنبه با درصد‌های مختلفی از اسید هیومیک پودری حاوی عنصر روی در چهار تاریخ کاشت بر صفات جوانه‌زنی بذر پنبه و عملکرد نهایی رقم گلستان در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل واقع در دشت مغان با مشخصات عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۶۰ متر انجام شد. این منطقه دارای تابستان‌های گرم و نسبتاً مرطوب و زمستان‌های معتدل دارای یخبندان محدود با متوسط حداکثر دمای سالانه ۳۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداقل دمای سالانه ۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر درجه حرارت ثبت شده ۴۴ درجه سانتی‌گراد در تیرماه و ۱۶/۵- درجه در دی‌ماه می‌باشد. متوسط تبخیر سالانه ۱۴۸۶ میلی‌متر می‌باشد که بیشترین مقدار آن متعلق به ماه‌های تیر و مرداد می‌باشد. شرایط آب‌وهوایی محل اجرای آزمایش طی سال انجام آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۲ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد.

غیرمستقیمی را بر ضرایب تخصیص ماده خشک اعمال خواهند کرد.

جوانه‌زنی اولین مرحله نموی و یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و یک فرایند کلیدی در سبزشدن گیاهچه می‌باشد (Barahouei et al., 2023). این مرحله از رشد به‌شدت تحت تاثیر عوامل محیطی مانند دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2006). بذر مال کردن بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط و انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر تیمارشده و گیاه حاصل از آن گردد، به طوری که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Sardar et al., 2024).

اسید هیومیک شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف است که از باقی‌مانده اجزای گیاهان و حیوانات حاصل می‌شود، و از آنجا که این ماده pH اسیدی ضعیف (۳/۵-۸) دارد، بنام اسید هیومیک شناخته شده است. اسید هیومیک به دلیل اثرات هورمونی در بهبود جذب مواد غذایی و افزایش بیوماس ریشه و شاخساره مانند یک اسید آلی مشتق از هوموس عمل می‌کند (Nikbakht et al., 2008). مکانیسم عمل مواد آلی طبیعی بر تحریک رشد گیاهان مختلف به‌طور دقیق مشخص نیست، ولی در برخی منابع بر دو اثر مستقیم (افزایش فعالیت آنزیمی و نفوذپذیری غشا) و غیرمستقیم (جذب بهتر مواد غذایی) اشاره شده است (Jamali et al., 2015).

در تحقیقی دوساله روی عملکرد ارقام پنبه در پنج تاریخ کاشت با فواصل ۱۵ روزه در ماه‌های می و ژوئن (اردیبهشت و خرداد) در پنجاب پاکستان، کاشت در ماه ژوئن (خرداد) موجب کاهش معنادار عملکرد و ش شد و اواسط ماه می (۲۵ اردیبهشت) به‌عنوان بهترین تاریخ کاشت در آن منطقه توصیه شد و همچنین راهکارهای مدیریتی از جمله پیش تیمار بذور را پیشنهاد دادند (Ali et al., 2014). در تحقیقی در استان مالی آفریقا، با بررسی چند تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه به این نتیجه رسیدند که تاخیر

۱۰۰ کیلوگرم در هکتار براساس توصیه کودی موسسه تحقیقات پنبه کشور برای تمام تیمارها به‌صورت یکنواخت اضافه شد. تمام کود پتاسیم و فسفر قبل از کاشت و کود اوره در سه نوبت (قبل از کاشت، مرحله ۴ برگی و قبل از گلدهی به‌صورت مساوی) مصرف شد. زمین مورد نظر در پاییز ۱۴۰۱ شخم و اوایل فروردین سال ۱۴۰۲ ماه دیسک زده شد و برای کاشت آماده گردید. بذره‌های پنبه به‌فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متری به‌صورت دستی کاشته شدند. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف کشت به‌طول ۶ متر بودند. در طول فصل مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد و سمپاشی‌ها بر علیه آفات مختلف از طریق سمپاش موتوری پشته‌ای با سموم تخصصی (تیودیکارب<sup>۱</sup> با نام تجاری لاروین به‌میزان یک کیلوگرم در هکتار، ایندوکساکارب با نام تجاری اولنت در دو مرحله جمعاً نیم لیتر در هکتار، آلامکتین یک لیتر در هکتار و استامی‌پراید یک کیلوگرم در هکتار) اعمال گردید. آبیاری هم به‌صورت جوی و پشته‌ای انجام شد.

کرت‌های اصلی چهار تاریخ کاشت (۲ اردیبهشت، ۱۵ اردیبهشت، ۲ خرداد و ۱۰ خرداد) و کرت‌های فرعی پیش تیمار بذر با اسید هیومیک حاوی عنصر روی (۲، ۳ و چهار ppm) و تیمار شاهد (بدون بذرمال) اختصاص یافت. رقم مورد کشت رقم گلستان (معرفی شده توسط موسسه تحقیقات پنبه کشور، تولیدی سال ۱۴۰۲ با درصد خلوص ۱۰۰ درصد و قوه‌نامه ۹۸ درصد) بود. اسید هیومیک مورد استفاده در این طرح دارای هیومات ۶۰ درصد، اسید فولویک ۵ درصد و عنصر روی ۲ درصد بود. براساس بروشور کود، مقدار اسید هیومیک مورد نظر در ۳ لیتر آب حل و بذور با آن آغشته شد و پس از خشک شدن در سایه، بلافاصله کشت انجام شد. برای تعیین خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه، قبل از کاشت از عمق ۳۰ سانتی‌متری به‌منظور آزمون خاک و تعیین میزان کود مورد نیاز، نمونه برداری انجام (جدول ۲) و سپس مقدار کودهای نیتروژن از نوع اوره ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر از نوع سوپرفسفات تریپل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم از نوع سولفات پتاسیم

جدول ۱- داده‌های هواشناسی منطقه مغان در طول فصل کاشت پنبه در سال ۱۴۰۲

Table 1- Meteorological data of Moghan region during the cotton planting season in 2023

متغیرها Variables	اردیبهشت‌ماه May	خردادماه June
درجه حرارت کمینه Minimum temperature (Celsius)	5	24
درجه حرارت بیشینه Maximum temperature (Celsius)	22	34
میانگین درجه حرارت Average temperature (Celsius)	13.5	29
بارش Precipitation (mm)	40	0.01

جدول ۲- نتایج آنالیز خاک محل آزمایش

Table 2- The result of soil analysis at the test site

عمق نمونه برداری Sampling depth	واکنش خاک pH	هدایت الکتریکی EC(d s m <sup>-1</sup> )	درصد شن Sand%	درصد سیلت Silt%	درصد رس Clay%	بافت خاک Soil Texture	میزان ماده آلی OC%	میزان نیتروژن آلی ON%	درصد فسفر P2O	درصد پتاس K2O	درصد آهن Fe%	درصد روی Zn%
۰-۳۰ سانتی‌متری 0-30 cm	7.2	1.78	20	35	45	Loam	1.8	0.1	10	355	5.82	1

نیز خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر در نظر گرفته شد (Tahmasebi et al., 2024). صفات اندازه‌گیری شده شامل

برای اندازه‌گیری شاخص‌های جوانه‌زنی، روزانه بذره‌های جوانه‌زده شده به‌مدت هفت روز شمارش شدند. معیار جوانه‌زنی

<sup>1</sup> Thiodicarb

## نتایج و بحث

### مولفه‌های جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و بذرمال بر درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، میانگین زمان جوانه‌زنی، شاخص قدرت بذری، روز تا ۱۰ درصد سبز شدن در سطح آماری یک درصد ( $p < 0.01$ ) معنی‌دار بود. همچنین تاثیر تاریخ کاشت بر روز تا ۹۰ درصد سبز شدن در سطح یک درصد و بذرمال کردن در سطح آماری پنج درصد ( $p < 0.05$ ) بر D90 معنی‌دار به‌دست آمد. علاوه بر این اثر متقابل آن‌ها بر درصد سبز شدن، شاخص قدرت بذری، روز تا ۱۰ درصد سبز شدن و روز تا ۹۰ درصد سبز شدن در سطح آماری یک درصد و بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ۳).

درصد سبز شدن در تاریخ کاشت‌های مختلف در بذره‌های پیش‌تیمار با اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد (بذره‌های بدون بذرمال) بیشتر بود. نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت دوم که برابر با ۱۵ اردیبهشت است و به‌عنوان کاشت زود هنگام تلقی می‌شود، استفاده از اسید هیومیک پودری با غلظت سه‌ده‌هزار باعث افزایش حدود ۲۰ درصد سبز شدن نسبت به سایر تیمارها شد. همچنین در تاریخ کاشت دیر هنگام (۱۰ خرداد ماه)، بذره‌های تیمار شده با هیومیک پودری به نسبت سه‌ده‌هزار نسبت به سایر تیمارهای بذرمال، ۲۵ درصد افزایش درصد سبز شدن را نشان داد.

بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۶ درصد) مربوط به تیمارهای بذرمال شده با اسید هیومیک به نسبت سه‌ده‌هزار که در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه کاشته شده بودند، به‌دست آمد و کمترین درصد جوانه‌زنی در تاریخ‌های ۲ اردیبهشت (۶۶/۴۵ درصد) و ۱۰ خرداد (۷۰ درصد) در تیمارهای شاهد به‌دست آمد. در مورد سرعت سبز شدن نتایج نشان داد که بیشترین (۰/۰۰۴۷) میزان سرعت سبز شدن در تیمار بذرمال با هیومیک پودری ۳ و ۴ هزار در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد. همچنین کمترین مقدار آن در تاریخ کاشت‌های ۲ اردیبهشت (۰/۰۰۴) و ۱۰ خرداد (۰/۰۰۳۲) در تیمارهای بدون بذرمال به‌دست آمد.

درصد سرعت سبز شدن، میانگین جوانه‌زنی، شاخص قدرت بذری، D10 (روز تا درصد سبز شدن) و D90 (روز تا ۹۰ درصد سبز شدن) بودند (Anonymous, 2012).

### درصد جوانه‌زنی

$$GP = (n/N) \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه (معادله ۱) GP برابر با درصد جوانه‌زنی، n برابر با تعداد کل بذره‌های جوانه‌زده و N تعداد کل بذره‌های شمرده شده (که در این طرح ۵۰ عدد در نظر گرفته شد) بودند.

### سرعت جوانه‌زنی

$$CVG = N1 + N2 + \dots + Nx / 100 \times N1T1 + \dots + NxTx \quad (2)$$

در این رابطه (معادله ۲) CVG برابر با ضریب سرعت جوانه‌زنی، N برابر با تعداد بذره‌هایی که هر روز جوانه می‌زنند، T برابر با تعداد روزهای پس از کاشت مربوط به N است.

### میانگین زمان جوانه‌زنی

MGT: میانگین زمانی است که بذرها برای جوانه‌زنی نیاز دارند و به‌صورت وزن‌دار براساس تعداد بذره‌های جوانه‌زده در هر روز محاسبه می‌شود.

$$MGT = \sum (Dn) / \sum n \quad (3)$$

که در این رابطه (معادله ۳) D تعداد روزهای پس از کاشت و n تعداد بذره‌های جوانه‌زده در آن روز است.

### شاخص قدرت بذری

SVI: ترکیبی از درصد جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه است.  $SVI = (\text{Germination \%} \times \text{Seedling Length})$  یا  $SVI = (\text{Germination \%} \times \text{Seedling Dry Weight})$  (معادله ۴) در این رابطه (معادله ۴) طول گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) یا وزن خشک گیاهچه در روز مشخصی (مثلاً ۷ یا ۱۴ روز پس از کاشت) اندازه‌گیری می‌شود.

در پایان از دو ردیف میانی برای ثبت عملکرد چین اول، دوم و کل‌وش نمونه‌برداری انجام و از طریق ترازوی دیجیتال سر مزرعه اندازه‌گیری شد. آنالیز داده‌ها از طریق نرم‌افزار آماری SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD انجام شد.

راه‌اندازی فرآیندهای متابولیکی بذر عملیات جوانه‌زنی را تسریع بخشیده و در نتیجه درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. همچنین با رشد بهتر و سریع‌تر ریشه‌چه و جذب بهتر مواد غذایی مورد نیاز، سرعت جوانه‌زنی و ظهور نیز بیشتر می‌گردد (Naderi et al, 2002). در این خصوص محققان نشان دادند که مواد هیومیکی توانایی افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی را در تاریخ کاشت‌های زود هنگام چغندر قند را دارد (Farzaneh et al., 2021). اسید هیومیک به دلیل دارا بودن وزن مولکولی کم، سریع جذب بذر شده و باعث افزایش جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت به تیمار شاهد می‌شود و در نتیجه سبب تحریک جوانه‌زنی گیاهان می‌شود (Godínez-Garrido et al., 2022).

بذر مال بذرها به نسبت ۴ در هزار در تاریخ کاشت‌های ۱۵ اردیبهشت و ۲ خرداد بیشترین میزان D10 و D90 را منجر شدند (جدول ۴). پایین بودن دمای هوا در تاریخ کاشت اول (میانگین حداقل دما در این تاریخ ۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شد (جدول ۱)) سبب تأخیر در سبزشدن و مواجه شدن این مرحله با تنش‌های دما و رطوبت گردید به نحوی که ظهور گیاهچه‌ها نسبت به تاریخ کاشت دوم و سوم کمتر بود. کاربرد اسید هیومیک در غلظت‌های به کار رفته در این آزمایش سبب تحریک شاخص‌های جوانه‌زنی پنبه شد. استفاده از اسید هیومیک سبب شد تا سرعت جوانه‌زنی بذور گیاه در تمامی تاریخ کاشت‌ها افزایش معنی‌داری در سطح آماری یک درصد نشان دهد. به نظر می‌رسد بذر مال اسید هیومیک حاوی عنصر روی، باعث افزایش جذب سریع آب و میزان فسفر در دسترس بذر شده و با

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مولفه‌های سبزشدن بذرهای پنبه در تاریخ کاشت‌های مختلف

Table 3- Results of variance analysis of cotton seed germination components at different planting dates

منابع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	میانگین زمان		روز تا ۹۰ درصد سبزشدن	
				جوانه‌زنی Mean germination time	شاخص قدرت بذر Seed vigor index	روز تا ۱۰ درصد سبزشدن D10	روز تا ۹۰ درصد سبزشدن D90
بلوک (Block)	2	66.66	0.009	0.00016	1546	0.214	0.15
تاریخ کاشت (Planting date)	3	214.21**	0.0116**	0.1125**	4457*	99.16**	157.4**
خطای a (Error a)	6	22	0.0001	0.0445	0.114	1.70	2.01
بذر مال (Grinding seeds)	3	359.56**	0.0017**	0.2231**	2271*	4.54**	4.49*
اثر متقابل (P×G)	6	44.32**	0.00001*	0.0045	2456**	0.49**	1.11**
خطای b (Error b)	24	14.14	0.0001	0.0021	0.112	0.066	0.09

\*\* نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، \* نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد.

\*,\*\* and ns represent significant at of 5% and 1% probability level, respectively

تاریخ ۱۵ خرداد و بذرهای بدون پیش تیمار به دست آمد (جدول ۳). قدرت بذر از عوامل مهمی است که می‌تواند روی درصد سبزشدن در مزرعه، تراکم گیاهی و عملکرد در شرایط مختلف محیطی تأثیر داشته باشد (Naderi Arefi, 2023). در این خصوص آزمایشی با موضوع بررسی پیش تیمارهای مختلف از جمله اسید هیومیک بر روی ارقام متعدد پنبه انجام گرفت،

نتایج شاخص میانگین زمان جوانه‌زنی نیز حاکی از آن بود که بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت و ۲ خرداد ماه و همچنین پیش تیمار بذر با اسید هیومیک پودری به نسبت‌های ۳ و ۴ در هزار به دست آمد (شکل‌های ۱ و ۲). همچنین شاخص قدرت بذر با تأخیر در کشت به شدت کاهش یافت، به طوری که کمترین میزان آن در

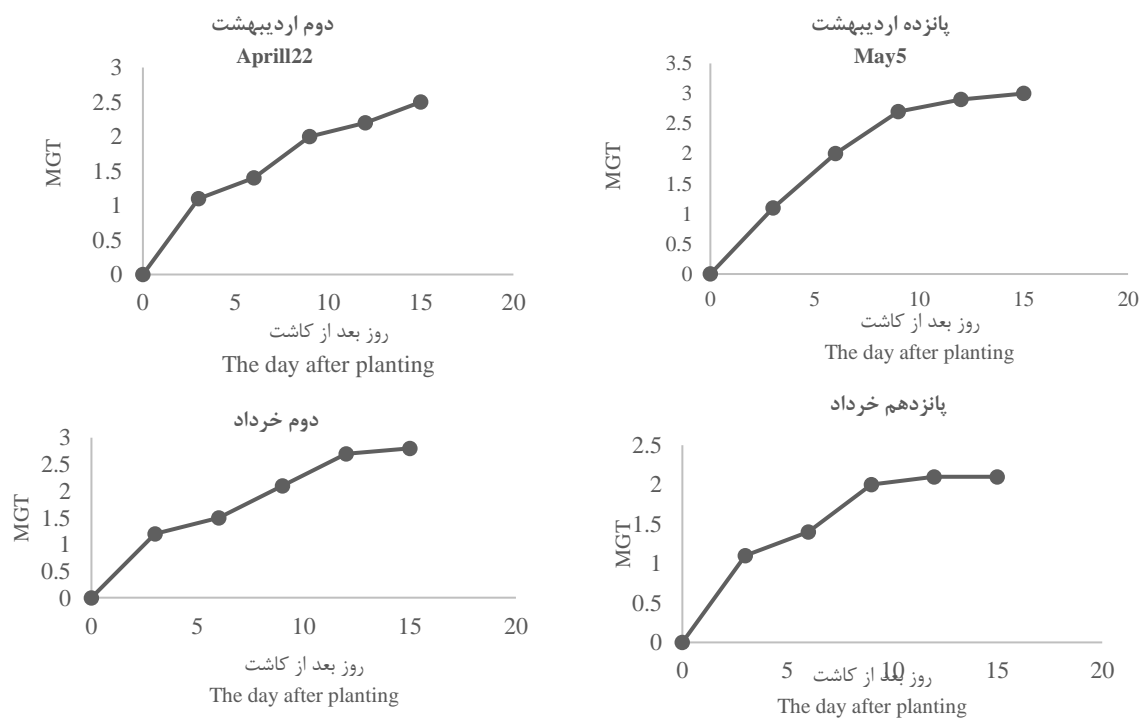
جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل بذرمال کردن بذر پنبه با مقادیر مختلف هیومیک Zn دار و تاریخ کاشت‌ها بر مولفه‌های جوانه‌زنی

Table 4- Comparison of the average interaction effects of treating cotton seeds with different amounts of Zn-containing Humic acid and planting date on germination components

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	شاخص قدرت بذر Seed Vigor Index	D10	D90
D1H0	66.45	0.004	43.42	0.01	0.011
D1H1	76.52	0.0041	43.44	0.012	0.012
D1H2	79	0.0041	43.44	0.012	0.034
D1H3	79.85	0.0042	43.45	0.012	0.034
D2H0	81	0.0044	44	0.013	0.035
D2H1	88	0.0045	49.40	0.015	0.037
D2H2	96	0.0047	45.58	0.017	0.038
D2H3	96	0.0047	52	0.017	0.0381
D3H0	69	0.0035	48	0.015	0.032
D3H1	77	0.0035	48.46	0.016	0.0332
D3H2	89	0.0037	47	0.014	0.034
D3H3	90	0.0038	48	0.015	0.035
D4H0	70	0.0032	42	0.012	0.029
D4H1	70	0.0033	44	0.016	0.032
D4H2	95	0.0034	44.13	0.017	0.032
D4H3	96	0.0034	45	0.018	0.034
LSD	4.44	0.00009	0.02	0.0034	0.0004

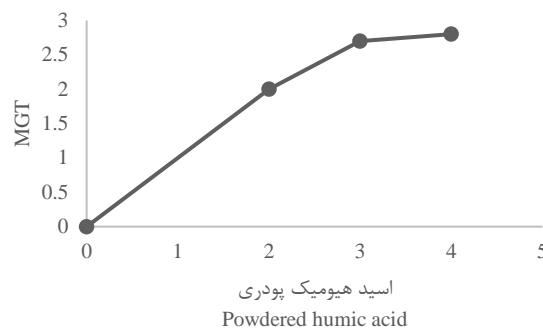
D1, D2, D3, D4: به ترتیب تاریخ کاشت دو اردیبهشت، ۱۵ اردیبهشت، ۲ خرداد و ده خرداد/ H0, H1, H2, H3: به ترتیب شاهد (بدون بذرمال)، هیومیک پودری روی‌دار در سه دزهای ۲، ۳ و ۴ در هزار کیلوگرم.

D1, D2, D3, and D4: Planting dates: May 2, May 15, June 2, and June 10, respectively. H0, H1, H2, H3: Control (without seed), powdered Humic zinc in three doses of 2, 3, and 4 per thousand kilograms, respectively.



شکل ۱- میانگین زمان جوانه‌زنی در تاریخ کاشت‌های مختلف

Figure 1- Average germination time at different planting dates



شکل ۲- میانگین زمان جوانه‌زنی در پیش تیمارهای مختلف

Figure 2- Average germination time in different pretreatments

قدرت بذر سویا نیز به نتیجه‌ای مشابه رسیدند، آن‌ها گزارش کردند که تاخیر در کاشت قدر بذر را به شدت کاهش می‌دهد (Rahman and Hossain, 2013).

نتایج نشان داد که شاخص قدرت بذر با بذرمال کردن بذر با اسید هیومیک به شدت تقویت پیدا می‌کند (Tahmasebi *et al.*, 2024). در آزمایشی با بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر شاخص

بذرمال بر عملکرد چین اول و چین دوم به ترتیب در سطح آماری یک درصد ( $p < 0.01$ ) و پنج درصد ( $p < 0.05$ ) معنی‌دار به دست آمد (جدول ۴).

### عملکردهای چین اول، چین دوم و کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر درصد عملکرد چین اول، عملکرد چین دوم و عملکرد کل در سطح آماری یک درصد ( $p < 0.01$ ) معنی‌دار بود. همچنین تأثیر

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکردهای چین اول، دوم و کل در تاریخ کاشت‌ها و تیمارهای بذرمال مخلف پنبه

Table 4- Results of analysis of variance of first, second and total yields in planting dates and seed treatments of different cotton varieties

منابع تغییرات Sources of Variations	درجه آزادی DF	عملکرد چین اول First Yield	عملکرد چین دوم Second Yield	عملکرد کل Total Yield
بلوک (Block)	2	3950.01*	5898.11	12528.80
تاریخ کاشت (Planting date)	3	604521.40**	202024.60**	1488899.01**
خطای a (Error a)	6	3636.12	16620.52	8806.85
بذرمال (Grinding seeds)	3	20553.80**	50528.47*	44140956
اثر متقابل (P×G)	6	1430.70	8806.10	5686.44
خطای b (Error b)	24	489.34	548.30	1100.77

\*\* نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد، \* نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد.

\*,\*\* and ns represent significant at of 5% and 1% probability level, respectively

درصد و پنجاه درصد نسبت به تاریخ کاشت ۱۰ خرداد عملکرد چین اول، دوم و کل بیشتری نشان داد. که این امر به دلیل طولانی شدن فصل رشدی پنبه و استفاده بیشتر از تشعشعات

با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تاریخ کاشت دوم (۱۵ اردیبهشت‌ماه) و اول (۲ اردیبهشت‌ماه) به ترتیب یازده درصد و چهل درصد در مقایسه با تاریخ کاشت دوم خرداد و ۳۰

افزایش شاخه‌زایی و تعداد غوزه در واحد سطح مربوط دانست (Rady *et al.*, 2016). از آنجا که عملکرد پنبه تحت تاثیر غلظت عناصر غذایی در برگ است (Toselli and Casenave, 2003). چنین استنباط می‌شود که افزایش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در اثر مصرف اسید هیومیک به نقش این ماده در افزایش فراهمی عناصر غذایی در خاک و افزایش جذب این عنصر باز می‌گردد (Seilsepour, 2022).

خورشیدی و عناصر غذایی می‌توان نسبت داد (جدول ۴). همچنین تیمار بذرها با اسید هیومیک پودری روی‌دار به نسبت ۳ و ۴ در هزار به دلیل تسریع جوانه‌زنی تاثیر مثبتی بر عملکرد چین اول و کل داشت (جدول ۵). گزارش‌های مختلفی مبنی بر افزایش عملکرد ناشی از بذرمال کردن با اسید هیومیک روی‌دار وجود دارد و دلیل این افزایش عملکرد را می‌توان به اثرات شبه هورمونی اسید هیومیک و افزایش رشد ریشه و در پی آن

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکردهای چین اول، دوم و کل پنبه

**Table 5- Comparison of the average effect of planting date on the first, second and total yields of cotton**

تیمار Treatment	عملکرد چین اول First yield (Kg.h <sup>-1</sup> )	عملکرد چین دوم Second yield (Kg.h <sup>-1</sup> )	عملکرد کل Total yield (Kg.h <sup>-1</sup> )
D1	2700	651	3351
D2	5210	1475	6685
D3	2560	451	3011
D4	1700	145	1845
LSD	465	215	418

D1, D2, D3, D4: به ترتیب تاریخ کاشت دو اردیبهشت، ۱۵ اردیبهشت، ۲ خرداد و ده خرداد

D1, D2, D3, D4: Planting dates: May 2, May 15, June 2, and June 10, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر بذرمال بر عملکردهای چین اول، دوم و کل پنبه

**Table 6- Comparison of the average effect of coating seed on the yields of the first, second and total cotton**

تیمار Treatment	عملکرد چین اول First yield (Kg.h <sup>-1</sup> )	عملکرد چین دوم Second yield (Kg.h <sup>-1</sup> )	عملکرد کل Total yield (Kg.h <sup>-1</sup> )
H0	1900	821	2721
H1	3210	1475	4685
H2	4560	1551	6111
H3	4700	2450	7150
LSD	495	215	418

H0, H1, H2, H3: به ترتیب شاهد (بدون بذرمال)، هیومیک پودری روی‌دار در سه دزهای ۲، ۳ و ۴ در هزار کیلوگرم.

H0, H1, H2, H3: Control (without seed), zinc-containing humic powder in three doses of 2, 3, and 4 per thousand kilograms, respectively.

## نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد اسید هیومیک به صورت بذرمال موجب تعدیل اثرات منفی دیرکشت در زراعت پنبه شد. این موارد از طریق استقرار بهتر و تسریع جوانه‌زنی بذرها حاصل شد. همچنین به دلیل استقرار سریع‌تر، با افزایش جذب آب و عناصر غذایی، افزایش شاخ و برگ و جذب تشعشع خورشیدی موجب افزایش عملکرد کل شد. از آنجایی که یکی از مشکلات استان اردبیل، استقرار نامناسب گیاهچه پنبه در زمان کاشت است. بنابراین تیمار بذرمال

پیش تیمار بذر) می‌تواند به عنوان روشی ساده و ارزان باعث رفع این مشکل شود و به تولیدکنندگان بذر پیشنهاد می‌شود. قبل از تحویل به کشاورزان، بذرها را با اسید هیومیک حاوی عنصر روی پوشش‌دار کرده و سپس در اختیار کشاورزان قرار دهند. با این کار، علاوه بر کمک به بهبود خصوصیات جوانه‌زنی موجب تقویت عملکرد اقتصادی می‌شوند. با این وجود به نظر می‌رسد تحقیقات بیشتری در زمینه بذرمال بذر پنبه که در اوایل فصل بافت دما مواجه می‌شوند الزامی است.

## References

- Ali, M., Mohy-ud-Din, Q., Ali, M.A., Sabir, S. and Ali, L., 2014. Cotton yield as influenced by different sowing dates under the climatic conditions of Vehari–Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(4), pp.644–646. <https://doi.org/1560-8530/2004/06-4-644-646>
- Anonymous., 2012. Hand Book for Seedling Evaluation (3rd. ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland
- Barahoue, M., Moosavi, G.R. Seghatoleslam, M.J., Baradaran, R. and Javadzadeh, S.M., 2023. Effect of seed priming on some germination indices and enzymatic activity of safflower (*Carthamus tinctorius*) seedling under drought stress in vitro. *Iranian Journal of Seed Research*, 9(2), pp.17-33. [In Persian]. <https://doi.org/10.61186/yujs.9.2.17>
- Dadashi, N. and Khajepour, M.R., 2004. Effect of planting date and cultivar on growth, yield and yield components of safflower in Isfahan. *J. Sci. Technol. Agric. Nat. Resources*, 8 (3), pp.14-27. [In Persian]. <https://doi.org/20.1001.1.24763594.1383.8.3.8.3>
- Efe, L. and Yarpuz, E., 2011. The effect of zinc application methods on seed cotton yield, lint and seed quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in east Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(44), pp.8782-8789. <https://doi.org/10.5897/ajb11.737>
- Farzaneh, S., Khodadadi, S., Khomari, S. and Barmaki, M., 2021. Effect of seed coating with compounds of micronutrient elements, growth stimulants and regulators on the emergence and early stages of sugar beet growth. *Seed Science and Technology*, 10(1), pp.103-122. [In Persian]. <https://doi.org/10.22092/ijst.2021.123801>
- Godínez-Garrido, N.A., Torres-Castillo, J.A., Ramírez-Pimentel, J.G., Covarrubias-Prieto, J., Cervantes-Ortiz, F. and AguirreMancilla, C.L., 2022. Effects on germination and plantlet development of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds with chitosan coatings. *Agronomy*, 12(3), 666. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030666>
- Holladay, S.K., Jones, M.A., Plumlee, M.T. and Marshall, M.W., 2024. Seed size, planting date, and seeding rate on cotton vigor and yield. *Agronomy Journal*, 116, pp.1966–1977. <https://doi.org/10.1002/agj2.21603>
- Jamali, Z. S., Astarai, A. and Emami, H., 2015. Effects of humic acid, compost and phosphorus on growth characteristics of basil herb and concentration of micro elements in plant and soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 6, pp.185 -205.
- Kassambara, E. M., Loison, R., Sissoko, S., Traore, A. and Bretaudeau, A., 2024. Effects of planting date and density on cotton cultivars in sub-Saharan Africa rainfed conditions: A case study in Mali. *Agronomy Journal*, pp.2764-2776. <https://doi.org/10.1002/agj2.21672>
- Moosavi, S.Gh., 2019. Effect of humic acid and mycorrhiza application on morphological traits and yield of cotton under drought stress. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(1), pp.121-140 [In Persian].

- Naderi Arefi, A., 2023. Evaluation of yield of cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars in ultra-narrow row (UNR) spacing at two planting dates. *Journal of Crops Improvement*, 25 (1), pp.95-109: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.337965.2668>
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A. and Etemadi, N.A., 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31(12), pp.2155 -2167.
- Rady, M.M., Abd El-Mageed, T.A., Abdurrahman, H.A. and Mahdi, A.H., 2016. Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline conditions. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(2), pp.487-493. <https://doi.org/10.35759/JANmPISci.v>
- Rahman, M.M. and Hossain, M.M., 2013. Effect of sowing date on germination and vigor of soybean (*Glycine max* L. Merr) seeds. *Scientific Journal of Krishi Foundation*, 11(1), pp.67-75. <https://doi.org/10.3329/agric.v11i1.15245>
- Sardar, M., Behdani, M.A., Eslami, S.V. and Zamani, GH.R., 2024. The effect of manure and humic acid fertilizer on ions concentrations in cotton (*Gossypim hirsutum* L.) under salinity stress. *Plant Productions*, 46(4), pp.491-505. <https://doi.org/10.22055/ppd.2023.42864.2075>
- Sharifi, H.R., 2016. Response of phonological development stages, grain yield and yield components of bread wheat cultivars with different growth habits to delayed planting. *Seed Plant Productions Journal*, 32(1), pp.21-44. <https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110577>
- Sharifi, H.R., Gazanchian, Gh.A. and Anahid. S., 2018. Effects of planting date and seed priming on partitioning coefficients, grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 7(1), pp.257-280. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/ijst.2018.117731>
- Seilsepour M. 2022. Study the effects of humic acid and salicylic acid application on yield, fiber quality and nutrient concentration in leaves of cotton var. *Khordad. Journal of plant process and function*, 11 (48) pp.229-248.
- Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and Latifi, N., 2006. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Science and Technology*, 29, pp.653- 662.
- Tahmasebi, A., Asgari, A. and Bakhshi, S., 2024. Evaluation of the chemical and physical seed treatments on the germination characteristics and seed rot control of cotton (*Gossypium hirsutum*). *Iranian Journal Cotton Researches*, 12 (1), pp.1-12. [In Persian]. <https://doi.org/10.22092/ijcr.2024.367449.1229>
- Toselli, M.E. and Casenave, E.C., 2003. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed Science and Technology*, 31, pp.727-735. <https://doi.org/10.15258/sst.2003.31.3.21>