نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد شانزدهم، شماره ۴(۶۴)، زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۵۱۰-۴۹۳

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/JCEP.2023.1926828.1786

پاسخ عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) به مصرف نیتروژن مکمل در شرایط تنش شوری در کشت رایج و تأخیری

اعظم یوسفی[۱]، محمد آرمین[۲*] و متین جامی معینی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۸ **تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۸/۱۸** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۲**

چکیده

معمولاً در شرایط شوری خاک، افزون بر تنش شوری کمبود مواد غذایی به خصوص نیتروژن نیز مشاهده می‌شود. به‌منظور بررسی واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن پنبه به مصرف نیتروژن مکمل در شرایط شور در کشت رایج و تأخیری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل زمان کاشت در دو سطح (رایج و تأخیری) و مقدار مصرف نیتروژن در چهار سطح به صورت محلول‌پاشی (صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بودند. نیتروژن مصرفی از منبع اوره و در آغاز مرحله غوزه‌دهی استفاده شد.کاشت تأخیری موجب کاهش ۶/۵۹ درصدی تعداد غوزه در بوته، ۱۷/۳۳ درصدی وزن غوزه، ۱۴/۷۰ درصدی عملکرد وش، ۲۳/۲ درصدی کارآیی جذب نیتروژن و ۱۱/۳۲ درصدی کارآیی مصرف نیتروژن نسبت به کشت رایج گردید. محلول‌پاشی به مقدار ۷/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش ۶۷/۶ درصدی تعداد غوزه در بوته، ۴۷/۲ درصدی وزن غوزه، ۷۳/۲ عملکرد وش، ۴۵/۱ درصدی کارآیی جذب نیتروژن و ۴۱/۲ درصدی کارآیی مصرف نیتروژن نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی گردید. بالاترین ارتفاع گیاه، تعداد شاخه زایشی، عملکرد الیاف، درصد کیل و کارآیی مصرف نیتروژن در کشت رایج و محلول‌پاشی ۷/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که با محلول‌پاشی ۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. محلول‌پاشی نیتروژن نتوانست اثرات منفی تأخیر در کاشت را بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه بهبود بخشد. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که کشت پنبه در تاریخ مناسب و محلول‌پاشی ۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت مکمل در ابتدای غوزه‌دهی می‌تواند باعث تولید عملکرد مناسب و افزایش کارآیی مصرف نیتروژن گردد.

واژگان کلیدی: پنبه، تاریخ کاشت، تنش شوری، محلول‌پاشی، نیتروژن.

۱- دانشجوی دکتری زراعت،گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
نگارنده‌ی مسئول moh.armin@iau.ac.ir

مقدمه

پنبه یکی از مهم‌ترین گیاهان لیفی و روغنی جهان محسوب می‌شود که سالانه در بیش از ۳۴/۹۸ میلیون هکتار از اراضی جهان کشت می‌شود (Anonymous, 2020). با توجه به تحمل نسبی خوب پنبه به شوری (آستانه تحمل، ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر (Sharif *et al*., 2019) و برای رقم ورامین ۱۲/۰۵ دسی‌زیمنس برمتر (Anagholi, 2008)، کشت این گیاه در اراضی شور عملکرد قابل قبولی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی دارد (Ahmed *et al*., 2020; Ardakani *et al*., 2016). با این وجود شوری خاک از روش‌های مختلفی مانند اثرات یونی، اسمزی و به هم زدن تعادل غذایی سبب کاهش عملکرد در گیاهان زراعی از جمله پنبه می‌شود (Hussain *et al*., 2019).

در شرایط شور، کمبود مواد غذایی، اثرات سمیت بعضی از یون‌ها و به‌هم خوردن توازن غذایی سبب کاهش رشد و تولید گیاهان زراعی می‌شود. در اراضی شور ایران کمبود عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و روی و مناسب بودن مقدار پتاسیم، آهن و مس گزارش شده است (Rezaei *et al*., 2019). در بین مواد غذایی مورد نیاز گیاه، نیتروژن به‌طور قابل توجهی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی نقش دارد. (Lacerda *et al*., 2018). مدیریت تغذیه در شرایط شور از طریق افزایش میزان ماده غذایی خصوصاً نیتروژن می‌تواند سبب کاهش اثر تنش شوری شود (Esmailnia *et al*., 2013; Ribeiro *et al*., 2020). گزارش شده است که در شوری‌های کم تا متوسط (۶/۳ دسی‌زیمنس بر متر) می‌توان تا ۱۵ درصد به مقدار توصیه‌شده کود نیتروژنه اضافه کرد اما در شوری‌های زیاد (۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) افزایش مقدار مصرف نیتروژن سبب کاهش عملکرد می‌شود و در این شرایط باید نیتروژن کمتری از مقدار توصیه‌شده، مصرف کرد و یا کودهای مصرفی به‌صورت تقسیط مصرف شوند تا از افزایش پتانسیل اسمزی و کاهش عملکرد جلوگیری شود (Zhang *et al*., 2012). تحقیقات چن و همکاران (Chen *et al*., 2010) نشان داد که رشد پنبه در شرایط تنش‌های شوری، کم، متوسط و شدید (به‌ترتیب ۷/۷، ۱۲/۵ و ۱۷/۱ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش یافت. با افزایش مصرف نیتروژن در شرایط شوری کم و متوسط جذب نیتروژن به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و موجب کاهش اثرات منفی ناشی از شوری شد، اما در شرایط تنش شدید شوری، جذب نیتروژن تحت تأثیر شوری قرار گرفت و اثری بر بهبود شرایط رشد پنبه نداشت. علاوه بر واکنش گیاه به مقدار مصرف نیتروژن، نحوه و زمان مصرف نیز رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات مختلف نشان داده است که محلول‌پاشی می‌تواند مقدار کل کود مصرفی را کاهش داده و کارآیی استفاده از کود را افزایش دهد. این روش خصوصاً در شرایط نامساعد خاک به‌عنوان یک روش می‌تواند کارآیی بیشتری داشته باشد. محلول‌پاشی به همراه مصرف خاکی در شرایط محدودیت‌های جذب مواد غذایی از خاک، یک روش مؤثر برای افزایش عملکرد و کاهش اثرات نامطلوب استفاده از مقادیر بالای کودهای شیمیایی است (Patil and Chetan, 2018).

روش های صحیح مدیریت زراعی در استفاده حداکثر از ظرفیت محیط برای تولید گیاهان امری بسیار مهم بوده و تعیین مناسب‌ترین شرایط رشد می‌تواند در راستای افزایش عملکرد و به حداکثر

رساندن بهره‌وری از محیط مورد نظر باشد (Abbas *et al*., 2019). از میان عوامل زراعی مهم تاریخ کشت در به حداکثر رساندن دسترسی به منابع حایز اهمیت می‌باشند. واکنش شدید پنبه به تاریخ کشت موجب شده است که تعیین مناسب‌ترین تاریخ کشت در این گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد (Bagherabadi *et al*., 2019). در بسیاری از مناطق ایران کشت پنبه بعد از برداشت گندم یا جو انجام می‌شود (Shenavaei Zare *et al*., 2020). در پاکستان نیز کشت پنبه در تناوب با گندم، آفتابگردان و ذرت اغلب سبب تأخیر در کاشت این گیاه می‌شود. در مصر نیز انتظار برای برداشت شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) به‌عنوان یک گیاه زمستانه کشت این گیاه را با تأخیر همراه کرده است (El Sabagh *et al*., 2018). اکثر تحقیقات نشان داده است که کاشت زودهنگام پنبه با افزایش طول دوره رشد، رشد رویش مناسب‌تر، بهره‌برداری مناسب‌تر از شرایط آب و هوایی و گلدهی و غوزه‌دهی در زمان مناسب می‌تواند سبب افزایش عملکرد پنبه شود (Huang, 2016). کشت در تاریخ مناسب بالاترین عملکرد وش و الیاف را تولید می‌کند و تأخیر در کاشت به‌صورت قابل ملاحظه‌ای سبب کاهش عملکرد وش و الیاف می‌گردد در حالی که درصد روغن و درصد پروتئین تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نمی‌گیرد (Pettigrew and Meredith, 2009). محققان مختلفی اثرات تاریخ کشت را بر عملکرد و اجزای عملکرد و کیفیت پنبه مورد بررسی قرار داده‌اندکه در اکثر این موارد کاهش عملکرد با تأخیر در کاشت همراه بوده است (Afzal *et al*., 2020; Khan *et al*., 2017; O'Berry *et al*., 2008).

از آنجا که در اکثر مناطق کشت پنبه، این محصول بعد از برداشت گندم صورت می‌گیرد لذا عموماً تاریخ کشت آن با تأخیر انجام می‌شود و با توجه به اهمیت نیتروژن در عملکرد و اجزای عملکرد پنبه و از آنجا که در زمین‌های شور به دلیل رقابت بین عناصر امکان جذب نیتروژن کاهش پیدا می‌کند لذا می‌توان از محلول‌پاشی نیتروژن به‌صورت مکمل در زمان حداکثر نیاز پنبه که در مرحله قوزدهی به بعد می‌باشد علاوه بر کاهش اثرات تنش شوری، میزان عملکرد پنبه را نیز افزایش داد. با توجه به اینکه اطلاعات اندکی در مورد واکنش پنبه به مصرف کود نیتروژن به صورت مکمل در تاریخ کشت‌های متفاوت وجود دارد لذا این تحقیق به‌منظور تعیین مناسب‌ترین مقدار مصرف نیتروژن در دو شرایط کشت رایج و تأخیری در شرایط شوری خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط آب و هوایی سبزوار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه شخصی واقع در ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان سبزوار (استان خراسان رضوی) در ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه عرض و ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه طول جغرافیایی و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۹۰ متر انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (جدول ۱) بر اساس نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تعیین شد. جدول ۲ خصوصیات شیمیایی آب را نشان می‌دهد. خصوصیات خاک محل آزمایش نشان می‌دهد که شوری خاک در نقطه کاهش ۵۰ درصدی عملکرد وش قرار دارد. برای رقم ورامین آستانه تحمل به شوری ۴/۱ دسی‌زیمنس بر متر و بر اساس مدل سیگموئیدی نقطه کاهش ۵۰ درصدی عملکرد ۱۲/۰۵دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (Anagholi,

2008). بر این اساس، در این آزمایش کشت پنبه در شرایط شوری خاک در محدوده کاهش ۵۰ درصدی عملکرد در نظر گرفته شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار بر روی رقم ورامین انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع کشت: رایج (دهم خرداد ماه)و تأخیری (دهم تیر ماه) و مقدار محلول‌پاشی نیتروژن (از منبع اوره) به‌صورت تکمیلی در چهار سطح شاهد (عدم محلول‌پاشی)، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بودند. هر کرت آزمایشی دارای ۵ ردیف کشت به طول ۵ متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود (Shenavaei Zare *et al*., 2020). عملیات کاشت به‌صورت دستی و با تراکم بالا انجام شد. پس از سبز شدن و استقرار بوته (۶-۴ برگ حقیقی)، فاصله بوته‌های پنبه در هر ردیف با حذف بوته‌های اضافی به ۲۰ سانتی‌متر افزایش یافت.

عملیات آماده‌سازی زمین با شخم عمیق پاییزه انجام شد. عملیات ثانویه آماده‌سازی زمین شامل شخم ثانویه با کولتیواتور و تسطیح در بهار سال مورد بررسی ۲۰ روز قبل از کاشت بود. بر اساس آزمون خاک، قبل از کاشت مقادیر مورد نیاز عناصر فسفات، پتاسیم و نیتروژن به‌ترتیب ۲۰۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل، سولو پتاس و اوره به خاک اضافه و با آن مخلوط شد. مقادیر کود مصرفی بر اساس توصیه آزمایشگاه آب و خاک و مقایسه با توصیه کودی برای پنبه انجام شد (Bahrampour and Akhavan, 2015). بلافاصله بعد از کاشت اقدام به آبیاری گردید. آبیاری دوم برای افزایش تحمل به تنش خشکی یک ماه بعد انجام شد (Delbari *et al*., 2016) و سایر آبیاری‌ها در طی دوره رشد به صورت غرقابی و با فاصله زمانی هر ۱۲ روز یک‌بار که عرف منطقه می‌باشد انجام شد. ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به شکل اوره نیز در اولین وجین (مرحله ۷۰) و به‌صورت سرک در کلیه واحدهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. در تیمار شاهد در مرحله آغاز غوزه‌دهی ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به صورت سرک مصرف شد، اما در سایر کرت‌های آزمایشی، از محلول‌پاشی مقادیر مختلف نیتروژن جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه پنبه در مرحله آغاز غوزه‌دهی استفاده گردید. جهت محلول‌پاشی از سم‌پاش پشتی با نازل ۸۰۰۲ و فشار ۲ مگاپاسکال استفاده شد. حجم محلول مصرفی ۵۰۰ لیتر در هکتار بود. عملیات محلول‌پاشی در هوای صاف با متوسط سرعت باد ۲ کیلومتر بر ساعت و در بعدازظهر انجام شد.

سایر عملیات مورد نیاز بر اساس عرف منطقه انجام شد. در پایان فصل رشد، تعداد ۵ بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب و در آن ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایشی، تعداد و وزن غوزه در بوته اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد وش، پس از حذف اثر حاشیه‌ای، مساحت باقی‌مانده برداشت شد. الیاف و بذور توسط دستگاه جین غلطکی از هم جدا شد. ازتقسیم وزن الیاف بر وزن وش، کیل الیاف محاسبه و با ضرب آن در عملکرد وش، عملکرد الیاف به دست آمد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش نلسون و سامرس (Nelson and Sommers, 1973) استفاده شد. بدین منظور، مقدار ۰/۵ گرم ازمخلوط برگ و وش به نسبت مساوی به‌وسیله آسیاب آزمایشگاهی کاملاً خرد و نیتروژن آن به روش میکروکجلدال تعیین گردید. از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن جذب شده توسط گیاه در تیمارهای

مختلف در عملکرد و وزن خشک اندام هوایی، میزان نیتروژن جذب شده محاسبه شد (Koocheki *et al.*, 2015). جنبه‌های مختلف کارایی نیتروژن با استفاده از معادلات زیر محاسبه گردید (Koocheki *et al.*, 2015).

کارایی زراعی استفاده از نیتروژن: (ANUE)

$$ANUE = \frac{Y}{Ns}$$

که در آن Y عملکرد وش پنبه (کیلوگرم در هکتار) و Ns مقدار نیتروژن موجود در خاک+مقدار نیتروژن مصرف شده در خاک+ مقدار نیتروژن مصرف شده به‌صورت محلول‌پاشی ($kg.ha^{-1}$) است.

کارایی جذب (بازیافت) نیتروژن: (NRE)

$$NRE = \frac{N_{uptake}}{Ns}$$

که در آن N_{uptake} نیتروژن جذب شده توسط پنبه (کیلوگرم در هکتار) و Ns مقدار نیتروژن موجود در خاک+مقدار نیتروژن مصرف شده در خاک+ مقدار نیتروژن مصرف شده به‌صورت محلول‌پاشی ($kg.ha^{-1}$) است.

کارایی مصرف نیتروژن (کارایی فیزیولوژیک NUE

$$NUE = \frac{Y}{N_{uptake}}$$

که در آن Y عملکرد وش پنبه (کیلوگرم در هکتار)و N_{uptake} نیتروژن جذب شده توسط پنبه (کیلوگرم در هکتار) است.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.4) و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و رسم شکل‌ها توسط نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد وش، درصد کیل، عملکرد الیاف، کارآیی زراعی استفاده از نیتروژن و کارآیی جذب نیتروژن تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت در حالی که تاریخ کاشت تأثیری بر کارآیی مصرف نیتروژن نداشت. مقدار مصرف نیتروژن مکمل همه صفات مورد بررسی به جز کارآیی جذب نیتروژن را تحت تأثیر قرار دارد و اثر متقابل تاریخ کاشت و مقدار مصرف نیتروژن مکمل بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های زایشی، درصد کیل، عملکرد الیاف و کارایی زراعی استفاده از نیتروژن اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳).

ارتفاع

در شرایط کشت رایج ارتفاع گیاه واکنش معنی‌داری به‌مقدار مصرف نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی نشان نداد و اختلاف آماری معنی‌داری بین مقادیر مختلف مصرف مشاهده نشد اما در شرایط کشت تأخیری محلول‌پاشی نیتروژن در مقادیر کمتر از مقدار توصیه‌شده نتوانست ارتفاع مناسبی را در گیاه تولید کند (شکل ۱). عدم واکنش ارتفاع در کشت رایج ممکن است به این دلیل باشد که اگرچه فراهمی نیتروژن سبب افزایش تقسیم سلولی و در نتیجه افزایش ارتفاع می‌شود ولی با توجه به اینکه در این آزمایش ۷۵ درصد نیاز نیتروژنی گیاه به صورت مصرف خاکی تأمین شده است لذا محلول‌پاشی مابقی کود به‌دلیل تأخیر در زمان مصرف با وجود رشد نامحدود بودن رشد پنبه قادر به افزایش ارتفاع نبوده است اما در کشت تأخیری به دلیل کسب درجه حرارت روز رشد سریع‌تر دوره رشد رویشی زودتر طی شده است و امکان

ذخیره‌سازی نیتروژن وجود نداشته لذا فراهمی نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی سبب افزایش ارتفاع شده است. افزایش ارتفاع بوته با تولید و قرار دادن برگ‌های جدید در قسمت‌های فوقانی گیاه سبب استفاده حداکثر از نور شده و سبب می‌شود که مواد فتوسنتزی بیشتری برای تولید غوزه بیشتر یا افزایش وزن غوزه خصوصاً در شرایط کشت تاخیری شود که این افزایش تعداد یا وزن غوزه سبب افزایش عملکرد وش خواهد شد. کاهش طول دوره رشد گیاه، کاهش زمان فتوسنتز و ماده‌سازی کمتر گیاه دلیل کاهش ارتفاع بوته با تأخیر در کاشت بوده است (Salih, 2019). تاثیر مثبت مواد غذایی در افزایش ارتفاع به حفظ و نگهداری پتانسیل اسمزی در شرایط شور است. گزارش شده است که در شرایط شور کاهش ارتفاع گیاه به‌دلیل اثرات منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک است که سبب کاهش جذب آب و عناصر غذایی در خاک می‌شود (Zhang *et al*., 2012).

تعداد شاخه زایشی

در شرایط عدم محلول‌پاشی، تأخیر در کاشت در مقایسه با کشت رایج ۳۲/۳ درصد تعداد شاخه کمتری را تولید کرد و با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی این تفاوت کمتر شد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است محلول‌پاشی ۲/۵ کیلوگرم در هکتار، تعداد شاخه زایشی برابری (از نظر آماری) با محلول‌پاشی ۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار در کشت تأخیری داشته است که اهمیت تاریخ کشت را در تولید تعداد شاخه زایشی نشان می‌دهد. کشت تأخیری با تسریع در رشد گیاه سبب شده است که تعداد شاخه زایشی به پتانسیل بالقوه خود نرسیده و حتی مصرف نیتروژن نیز نتوانست اثرات افزایش سرعت رشد رویشی یا زایشی را در پنبه جبران کند. گزارش شده است تأخیر در کاشت به‌واسطه کاهش طول دوره گلدهی تعداد شاخه‌های زایا در بوته را کاهش می‌دهد. در واقع، در شرایط کاشت تأخیری به دلیل دمای بالا شروع گلدهی گیاه نسبت به تاریخ‌های کاشت رایج زودتر صورت می‌گیرد ولی هم‌زمان با آن به پایان می‌رسد (Miri and Bagheri, 2013). نتایج تحقیقات توب و همکاران (Tobe *et al*., 2013) بیانگر آن بود که با هر ۵ روز تأخیر در کاشت کلزا تعداد شاخه‌های زایشی کاهش معنی‌داری پیدا کرد. از طرف دیگر محلول پاشی نیتروژن رشد رویشی گیاه را تحریک می‌کند و از طریق افزایش سطح فتوسنتزی، میزان مواد فتوسنتزی تولید شده بیشتری را برای افزایش ارتفاع گیاه فراهم می‌کند که افزایش ارتفاع با تولید بیشتر شاخه‌های جانبی همراه است. علاوه بر این گزارش شده است که مصرف نیتروژن موجب بیشتر شدن تولید و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و جانبی می‌شود و در نتیجه افزایش تحریک مریستم انتهایی و مریستم جانبی و افزایش تولید شاخه‌های جانبی در سطوح بالاتر نیتروژن می‌گردد (Fathai *et al*., 2001). همچنین، افزایش دسترسی به عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن که عاملی مؤثر در تحریک رشد و فتوسنتز گیاهان می‌باشد، باعث بهبود شرایط برای رشد، تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش تعداد شاخه زایا شده است. نیتروژن جذب شده معمولاً یا از طریق افزایش در تعداد اندام‌های زایشی و یا توسط نگهداری و حفظ تعداد بیشتری از آنها یعنی کاهش درصد ریزش غنچه، گل و غوزه، تولید محصول وش پنبه را افزایش می‌دهد (Ashokkumar *et al*., 2014).

تعداد غوزه در بوته

تعداد غوزه در بوته به دنبال تأخیر در کاشت کاهش یافت. به‌طوری که میزان این صفت در شرایط کاشت رایج و تأخیری به‌ترتیب برابر با ۸/۹۵ و ۸/۳۶ غوزه در بوته بود (جدول ۴). کاهش تعداد غوزه در بوته با تأخیر در کاشت را می‌توان به افزایش دما طی دوره رشد گیاه، کوتاه شدن دوره رویشی، برخورد مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط هوای گرم تابستان و تنش شدید رطوبتی، کاهش سطح برگ‌ها، کلروفیل و کم شدن سطح فتوسنتز کننده گیاه نسبت داد که در نهایت سبب کاهش تولید اندام‌های زایشی گیاه از جمله تعداد گل و غوزه خواهد شد (Parsa Motlagh *et al*., 2016). در واقع کشت دیرهنگام باعث هم‌زمانی مراحل گل‌دهی و تشکیل غوزه‌ها شده به‌طوری که رقابت گل و غوزه در جذب مواد فتوسنتزی موجب کاهش تعداد غوزه در بوته می‌شود. تأخیر در کاشت گیاه را با شرایط نامساعد مواجه می‌کند که باعث می‌شود گیاه در زمان مناسب به گل نرود و در اثر بالا بودن دمای محیط در مدت زمان کمتری نیاز حرارتی خود را تأمین کند (Kalantar Ahmadi *etal*., 2015). اما در صورت طولانی بودن دوره رشد در زمان تشکیل غوزه، گیاه از دما و تشعشع قابل دسترس به مدت بیشتری استفاده می‌کند و فرآورده‌های بیشتری تولید می‌شود. در این صورت گیاه قادر به نگهداری تعداد بیشتری گل بوده و از این طریق بر تعداد غوزه در بوته و در نهایت عملکرد دانه به‌طور مثبت تاثیر می‌گذارد.

افزایش مقدار نیتروژن مصرفی به‌صورت محلول‌پاشی سبب افزایش تعداد غوزه در بوته شد. به‌طوری‌که این میزان افزایش در تیمار محلول‌پاشی ۷/۵ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم محلول‌پاشی ۴۰/۹۶٪ بود.با این حال، از نظر تعداد غوزه در بوته اختلاف آماری معنی‌داری بین محلول‌پاشی با ۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار وجود نداشت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد بالاتر بودن تعداد قوزه به دلیل جذب مناسب‌تر نیتروژن در درجه حرارت‌های بالاتر باشد. نتایج مطالعات قبلی نیز نشان داده بود که در درجه حرارت بالا محلول پاشی خصوصاً با کودهای نیتروژن مایع سبب افزایش تعداد غوزه در بوته می‌شود (Yossefi *et al*., 2021).

وزن غوزه در بوته

تأخیر در کاشت موجب کاهش متوسط وزن ۲۰ غوزه گردید. به‌طوری‌که، در شرایط کاشت رایج و تأخیری وزن غوزه به‌ترتیب برابر با ۹۹/۶۱ و ۸۲/۴ گرم بود (جدول ۴). کاهش وزن غوزه با تاخیر در کاشت را می‌توان به برخورد مراحل پایانی فصل رشد به سرمای زودرس پاییزه یا کاهش تولید مواد فتوسنتزی جاری یا ذخیره شده در کشت تاخیر نسبت دارد. مطابق نتایج فوق جعفرآقایی و جلالی (Jafaraghaei and Jalali, 2013) نیز گزارش کردند که وزن غوزه تحت تأثیر تاریخ کشت قرار می‌گیرد. تاریخ کشت ۱۵ اسفند در مقایسه با تاریخ کشت ۵ اسفند در شرایط استان اصفهان ۲۸ درصد وزن غوزه بیشتری را تولیدکرد.

به‌دنبال افزایش مقدار نیتروژن مصرفی به صورت محلول‌پاشی، وزن غوزه در بوته افزایش یافت. این میزان افزایش در تیمار محلول‌پاشی ۷/۵ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم محلول‌پاشی۳۱/۹۳٪ بود. با این حال بین محلول ۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار اختلاف آماری معنی داری از نظر وزن غوزه وجود نداشت (جدول ۴). نتایج تحقیقات نشان داده است که کاربرد نیتروژن

باعث تأخیر در رسیدن پنبه می‌شود. بیشترین تأثیر نیتروژن روی اندازه غوزه پنبه است. افزایش وزن غوزه در اثر کاربرد نیتروژن نیز مربوط به افزایش تعداد دانه‌های درون غوزه می‌باشد. علاوه بر این، افزایش کلروفیل و سطح فتوسنتزکننده در اثر افزایش میزان نیتروژن منجر به افزایش مواد غذایی در گیاه و در نتیجه افزایش وزن غوزه می‌گردد (Chen *et al*., 2010; Esmailnia *et al*., 2013; Fathi *et al*., 2011; Lacerda *et al*., 2018).

عملکرد وش

با توجه به نتایج مقایسه میانگین، تأخیر در کاشت موجب کاهش ۱۴/۷ درصدی عملکرد وش گردید. به‌طوری‌که عملکرد وش در کشت رایج و تأخیری به‌ترتیب برابر با ۱۶۲۲ و ۱۳۹۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). مشابه با نتایج این پژوهش، مهرآبادی (Mehrabadi, 2017) گزارش کرد که تأخیر در کاشت سبب کاهش قابل ملاحظه عملکرد وش شد. بالاتر بودن بیشینه دما در کشت دیرهنگام می‌تواند توجیه‌کننده تأثیر کشت تأخیری باشد، چرا که افزایش دما در تیرماه و شروع فصل تابستان تأثیر سوء بر رشد رویشی، زایشی، سنتز و ترسیب سلولز در الیاف، حین پر شدن غوزه دارد.

افزایش مقدار نیتروژن مصرفی به‌صورت محلول‌پاشی، موجب افزایش عملکرد وش گردید. به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن متعلق به تیمار محلول‌پاشی ۷/۵ کیلوگرم در هکتار و معادل ۱۸۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که در مقایسه با عدم محلول‌پاشی افزایش۴۴/۳ درصدی نشان داد (جدول ۴). افزایش نیتروژن مصرفی سبب افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه باعث بقای تعداد غوزه از طریق افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه گردیده است که این امر باعث عملکرد وش بیشتر در مقادیر بالاتر نیتروژن می‌باشد؛ در واقع می‌توان علت افزایش عملکرد وش در اثر محلول پاشی با مقادیر بیشتر نیتروژن به افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه در بوته نسبت داد. همچنین، افزایش عملکرد وش در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی باشد. همان‌طور که قبلاً بیان شد افزایش محتوای کلروفیل و سطح فتوسنتزی با افزایش میزان نیتروژن منجر به افزایش مواد غذایی در گیاه و در نتیجه افزایش تعداد دانه در غوزه گردید. با افزایش تعداد دانه در غوزه و وزن غوزه، عملکرد وش نیز افزایش می‌یابد. نتایج فتحی و همکاران (Fathi *et al*., 2011) مشابه با نتایج این پژوهش بود.

درصد الیاف

در تیمار کنترل و محلول‌پاشی ۲/۵ کیلوگرم در هکتار بین دو تاریخ کشت از نظر درصد الیاف اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد اما در محلول‌پاشی ۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار در کشت رایج، درصد کیل بیشتر از کشت تأخیری بود. واکنش درصد کیل به‌مقدار مصرف نیتروژن در کشت تأخیری بیشتر از کشت رایج بود به‌نحوی که در کشت رایج محلول‌پاشی ۷/۵ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم محلول‌پاشی درصد کیل را ۵/۷ درصد کاهش و در کشت تأخیری ۴۷/۱ درصد افزایش داد (شکل ۳). در همین رابطه، تحقیقات مهرآبادی (Mehrabadi, 2017) نشان داد که تأخیر در کاشت موجب افزایش درصد کیل در گیاه پنبه شد. در مورد واکنش کیفی پنبه به مقادیر مختلف نیتروژن نتایج مختلفی توسط محققان مختلف گزارش شده است. بسیاری از

محققان بی‌تأثیر بودن کود نیتروژن بر خصوصیات کیفی الیاف پنبه را گزارش کرده‌اند (Zhang *et al*., 2012; Fathi *et al*., 2011). اما تولدی و فرناندز (Tewolde and Fernandez, 2003) گزارش کردند که به طور کلی افزایش مقدار کود نیتروژن باعث افزایش طول الیاف و بهبود کیفیت آن شده است و برعکس کمبود کود نیتروژن منجر به کاهش طول الیاف پنبه شده است.

عملکرد الیاف

عملکرد الیاف مانند عملکرد وش در کلیه سطوح مصرف نیتروژن با تأخیر در کاشت کاهش پیدا کرد. با افزایش مقدار مصرف نیتروژن این مقدار کاهش کمتری داشت به‌نحوی که در محلول‌پاشی ۲/۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد الیاف در کشت تأخیری در مقایسه با کشت رایج ۲۹/۴ درصد کاهش پیدا کرد در حالی‌که در محلول‌پاشی ۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار کشت تأخیری در مقایسه با کشت رایج به‌ترتیب ۲۴/۵ و ۴۶/۴ درصد عملکرد الیاف کمتری را تولید کرد (شکل ۴). کاهش عملکرد الیاف در کاشت دیرهنگام احتمالاً به‌دلیل کوتاه شدن دوره رویشی گیاه بوده است که در فرصت کم، گیاه قبل از این‌که بتواند رشد رویشی کافی داشته باشد، تحت فشار شرایط محیطی به‌خصوص درجه حرارت، وارد فاز زایشی شده است. در این رابطه، طاری و رخزادی (Tari and Rokhzadi, 2018) اعلام نمودند که تأخیر در کاشت سبب کاهش تعداد اجزای زایشی و عملکرد الیاف شده است. طی تحقیقی بر روی پنبه گزارش شد که با وجود این که تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف مصرف نیتروژن در رابطه با عملکرد الیاف وجود نداشت، اما بیشترین عملکرد الیاف در سطح ۱۳۳ درصد کود اوره مشاهده شد که افزایش ۱۱/۷۵ درصدی عملکرد الیاف را نسبت به تیمار عدم مصرف نیتروژن از خود نشان داد (Fathi *et al*., 2011).

کارآیی مصرف نیتروژن

کارآیی مصرف نیتروژن با تأخیر در کاشت کاهش نشان داد و با افزایش مقدار مصرف نیتروژن افزایش پیدا کرد (جدول ۴). این نتایج برخلاف نتایج گزارش شده سایر محققان است که گزارش کرده‌اند که با افزایش مقدار مصرف نیتروژن کارآیی مصرف نیتروژن کاهش پیدا می‌کند که به نظر می‌رسد دلیل عدم تطابق نتایج این بررسی با سایر محققان در نحوه استفاده از کود و شرایط محیطی آزمایش باشد. همچنین، عدم تطابق این نتایج نشان می‌دهد که محلول‌پاشی به دلیل امکان جذب بالا، سبب شده است که گیاه بتواند به خوبی از نیتروژن جذب شده در افزایش عملکرد استفاده کند و علاوه بر این در شرایط شور، این روش محدودیت قابلیت جذب از خاک را نیز برطرف کرده است و چون مقادیر مصرف شده هنوز در دامنه مناسب برای جذب توسط گیاه بوده است قانون بازده نزولی نیز در این مورد اعمال نشده است. کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2015) نیز گزارش کرده‌اند که کارآیی زراعی نیتروژن با افزایش سطح نیتروژن کاهش پیدا کرد. این محققان معتقدند که بر اساس قانون بازده نزولی واحدهای اولیه کود مصرفی تاثیر بیشتری بر عملکرد دانه دارد و هر قدر مصرف نیتروژن افزایش یابد کارآیی استفاده از آن نیز کاهش پیدا می‌کند. اعتقاد بر این است که کارآیی مصرف نیتروژن به‌عوامل دیگری که ممکن است محدود کننده باشد نیز بستگی دارد، به عنوان مثال در صورت بالا بودن نیتروژن خاک، کارآیی مصرف نیتروژن واکنش کمی به مقدار نیتروژن مصرفی نشان می‌دهد. گزارش شده است

که کارآیی مصرف نیتروژن با مقدار نیتروژن و بیوماس میکروبی خاک همبستگی بالایی دارد و در صورت غنی بودن خاک از نظر نیتروژن و بیوماس میکروبی حتی با عدم مصرف کود نیتروژن نیز عملکرد بالایی به‌دست می‌آید و مصرف مقدار اندکی نیتروژن نیز سبب افزایش کارآیی نیتروژن می‌شود.

کارآیی جذب نیتروژن

کارآیی جذب نیتروژن با تأخیر در کاشت، کاهش پیدا کرد (جدول ۴). به نظر می‌رسد دلیل کاهش نیتروژن جذب شده در کاشت تأخیری، کمتر بودن سطح یا تعداد برگ‌های تولید در کشت تأخیری در زمان محلول‌پاشی بوده است. در کشت تأخیری به دلیل مواجه با دمای بالاتر گیاه مراحل رویشی را به دلیل دریافت مقدار درجه روز رشد لازم برای عبور از یک مرحله فنولوژی به مرحله بعد با سرعت بیشتری طی کرده است لذا فرصت کافی در مرحله رویشی برای تولید یا توسعه سطح برگ نداشته است و از آنجا که سطح برگ نقش بسیار مهمی در میزان نیتروژن جذب شده دارد لذا در کشت تأخیری درصد جذب نیتروژن کاهش پیدا کرده است. روچستر (Rochester, 2011) با بررسی تأثیر بقولات و سطوح کود نیتروژنه بر کارایی مصرف و جذب نیتروژن در گیاه پنبه، گزارش کردند که اگر نیتروژن بالاتر از حد بهینه اقتصادی مصرف شود، کارایی بازیافت آن کاهش می‌یابد. در شرایط غیر شور؛ کل نیتروژن جذب شده در مصرف خاکی ۲۰/۱ درصد کمتر از محلول‌پاشی در ۷ روز بعد از مصرف و ۳۴/۶٪ بیشتر از محلول‌پاشی در ۲۸ روز بعد از مصرف بوده در حالی‌که در شرایط غیرشور در ۷ روز بعد از کاربرد نیتروژن محلول‌پاشی ۳۷٪ محتوی نیتروژن بیشتر در مقایسه با مصرف خاکی و در ۲۸ روز بعد از مصرف نیتروژن ۸/۸ درصد محتوی نیتروژن کمتر داشت و کارآیی ترکیبی (خاکی +محلول‌پاشی) خصوصاً در شرایط شور میزان نیتروژن بیشتری در مقایسه با سایر روش‌ها داشت.

کارآیی مصرف نیتروژن

همانند کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی زراعی مصرف نیتروژن هم در کشت رایج و هم در کشت تأخیری با افزایش مقدار مصرف نیتروژن به صورت محلول‌پاشی افزایش پیدا کرد و در مجموع کارآیی زراعی مصرف نیتروژن در کشت رایج بیشتر از کشت تأخیری بود. بیشترین اختلاف از نظر کارآیی زراعی مصرف نیتروژن در تیمار محلول‌پاشی ۷/۵ کیلوگرم در هکتار در کشت رایج مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی ۵ کیلوگرم در هکتار نداشت (شکل ۵). گزارش شده است که جذب نیترات با کلر، یون اصلی در خاک شور رقابت می‌کند. چنین تعاملی منجر به کاهش جذب نیتروژن و کاهش رشد گیاه در اثر افزایش غلظت کلر می‌شود. در سطح شوری خاک پایین، افزایش میزان کاربرد نیتروژن می‌تواند به طور قابل‌توجهی جذب نیتروژن را افزایش دهد. در سطح شوری خاک متوسط، استفاده مناسب از کود نیتروژن ضروری بود. کاربرد بیش از حد نیتروژن به نفع جذب نیتروژن نیست. در شوری‌های بالای خاک، شوری عامل اصلی کاهش رشد پنبه و جذب نیتروژن بود و با استفاده از کود نمی‌توان این مهار را کاهش داد. این نتایج با نتایج شنکر و همکاران (Shenker *et al*., 2003) مطابق دارد؛ که نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژن می‌تواند باعث افزایش جذب نیتروژن و در نتیجه عملکرد پنبه شود. مطالعه چن و همکاران (Chen *et al*., 2010) نشان داد که میزان جذب نیتروژن

و عملکرد پنبه تحت تأثیر میزان بالای نیتروژن قرار نگرفت و با کاهش شوری خاک میزان جذب نیتروژن و عملکرد پنبه افزایش یافت.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع، نتایج این آزمایش نشان داد تاخیر در کشت پنبه، سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد وش، درصد کیل و عملکرد الیاف می‌گردد. محلول‌پاشی نیتروژن به‌صورت مکمل با افزایش اجزای عملکرد سبب افزایش عملکرد وش در هکتار می شود. کارآیی مصرف نیتروژن، کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی زراعی استفاده از نیتروژن شد با افزایش غلظت محلول‌پاشی افزایش یافت. بر این اساس در شرایط کاشت رایج، محلول‌پاشی ۵ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت مکمل در ابتدای غوزه‌دهی می‌تواند باعث تولید عملکرد مناسب و افزایش کارآیی مصرف نیتروژن پنبه، در شرایط شور گردد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physicochemical properties of soil on experimental site

بافت خاک Soil texture	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	کربن آلی O.C.	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu	آهن Fe	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	عمق Depth (Cm)	EC $ds.m^{-1}$	pH (1:5)
					(٪)					٪		ppm		
لوم Lome	42	40	18	0.052	4.05	0.55	0.46	5.42	0.004	5	167	0-30	12.51	7.71

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب محل آزمایش

Table 2- Chemical properties of soil on experimental site

نسبت جذب سدیم Na adsorption ratio	کلر Cl	سولفات Sulfate	کربنات Carbonate	بی‌کربنات Bicarbonate	پتاسیم K	سدیم Na	منیزیوم Mg	کلسیم Ca	EC ds m^{-1}	pH
میلی اکی والان در لیتر ($Meq.L^{-1}$)										
6.88	79.2	12.7	0	6.4	0.08	37.8	43.2	17.2	9.23	7.06

جدول ۳- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف نیتروژن پنبه در پاسخ به محلول‌پاشی نیتروژن مکمل در شرایط شور در کشت رایج و تأخیری

Table 3- Source of variation, degree of freedom and mean of squares of yield, yield components and nitrogen use efficiency in cotton in response to supplemental foliar nitrogen in optimum and late planting date in saline condition

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه‌های زایشی Sympodial branch number	تعداد غوزه در بوته Boll in plant	وزن غوزه Boll weight	عملکرد وش Seed cotton yield	درصد کیل Lint percent
تکرار Replication	2	11.1*	0.49 ^{ns}	0.017^{ns}	24.1^{ns}	8880 ^{ns}	0.002 ^{ns}
زمان کاشت Planting date (A)	1	2285**	2.34**	2.04**	1785**	319012**	0.005**
مقدار نیتروژن Nitrogen level (B)	3	620**	22.4**	24.2**	1459**	778400**	0.007**
A×B	3	181**	4.8*	0.40^{ns}	22.9 ^{ns}	18108 ^{ns}	0.003*
خطا Error	14	24.3	1.22	0.16	17.1	6374	0.001
ضریب تغییرات (٪) C.V.		7.26	12.90	4.6	4.73	15.4	7.67

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

ادامه جدول ۳-

Table 3- Continued

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد الیاف Lint yield	کارایی زراعی استفاده از نیتروژن NUE)	کارآیی جذب نیتروژن NRE	کارآیی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency (NUE)
تکرار Replication	2	4681^{ns}	0.11*	0.0005 ^{ns}	30.60 ^{ns}
زمان کاشت Planting date (A)	1	105149**	4.72**	0.012**	99.3 ^{ns}
مقدار نیتروژن Nitrogen level (B)	3	34121**	16.3**	0.0004^{ns}	156*
A×B	3	8409*	0.32*	0.0005 ^{ns}	63.4 ^{ns}
خطا Error	14	1984	0.094	0.0002	25.3
ضریب تغییرات (٪) C.V.		8.70	5.6	9.23	16.65

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

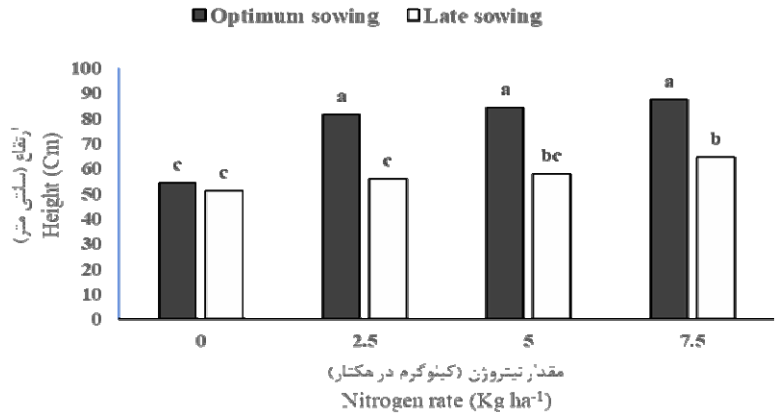
ns, *and** are non-significant and significant at%5 and %1 probability levels, respectively.

جدول ۴- اثر تاریخ کاشت و مقدار نیتروژن مکمل مصرفی بر تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، عملکرد وش، کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی مصرف نیتروژن

Table 4- The effct of plnating date and suplemental nitrogen level on boll number, boll weight, seed cotton yield, nitrogen recovery efficiency and nitrogen use efficiency

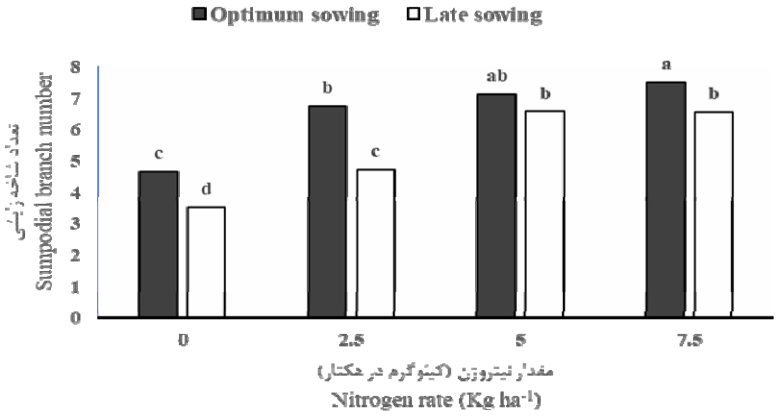
تیمارهای آزمایشی Treatments	تعداد غوزه در بوته Boll number	وزن غوزه * Boll weight (g)	عملکرد وش Seed cotton yield ($kg.ha^{-1}$)	کارآیی جذب نیتروژن Nitrogen recovery efficiency ($kg.ha^{-1}$)	کارآیی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency ($kg.ha^{-1}$)
Plnating date	زمان کاشت				
Optimum رایج	8.95 a	99.8 a	1622 a	0.190 a	36.2 a
Late تأخیری	8.36 b	82.5 b	1392 b	0.146 b	32.1 a
Suplemental nitrogen level ($kg.ha^{-1}$)	مقدار مصرف نیتروژن مکمل				
0	6.18 c	70.8 c	1068 c	0.131 b	27.5 b
2.5	7.87 b	87.2 b	1362 b	0.163 b	32.9 ab
5	10.19 a	102.5 a	1748 ab	0.188 a	37.2 a
7.5	10.38 a	104.2 a	1850 a	0.190 a	39.0 a

* متوسط وزن ۲۰ غوزه



شکل ۱- اثر متقابل تاریخ کشت و مقدار مصرف نیتروژن مکمل بر ارتفاع نهایی گیاه

Figure 1- Intraction of plnating date and suplemental nitrogen level on plant height

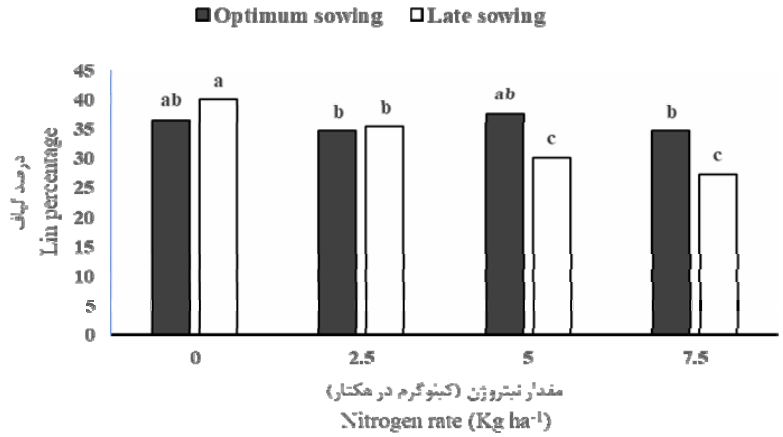


شکل ۲- اثر متقابل تاریخ کشت و مقدار مصرف نیتروژن مکمل بر تعداد شاخه زایشی

Figure 2- Intaction of plnating date and suplemental nitrogen level on sympodial brnach number

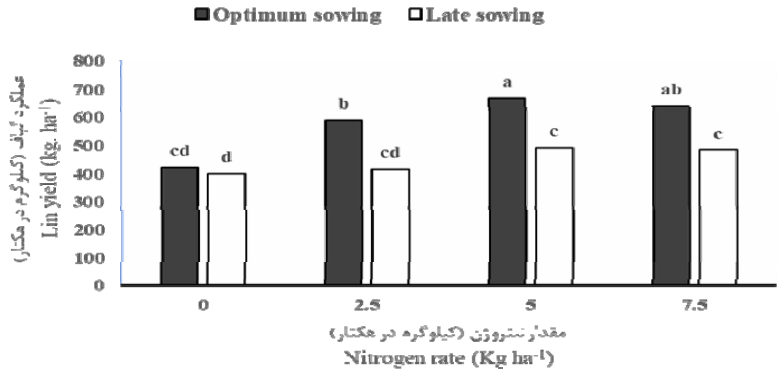
میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد هر صفت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری باهم ندارند (آزمون محافظت‌شده FLSD,α=۰/۰۵)

Mean values with common letters in each column have not statistically significant (FLSD, α=0.05).



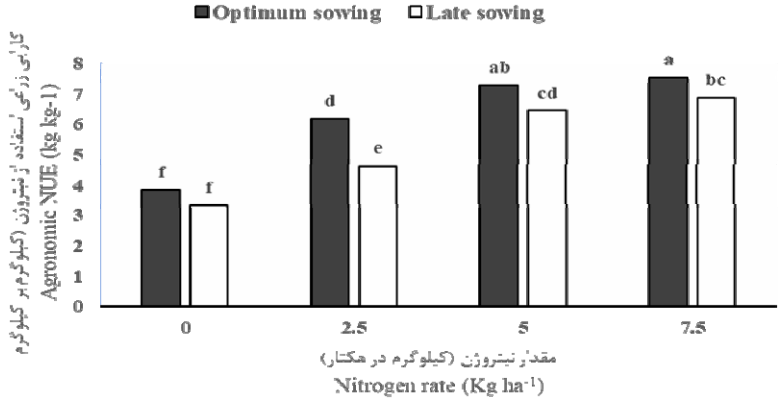
شکل ۳- اثر متقابل تاریخ کشت و مقدار مصرف نیتروژن مکمل بر درصد کیل

Figure 3- Intraction of plnating date and suplemental nitrogen level on lint percent



شکل ۴- اثر متقابل تاریخ کشت و مقدار مصرف نیتروژن مکمل بر عملکرد الیاف

Figure 4- Intraction of plnating date and suplemental nitrogen level on lint yield



شکل ۵- اثر متقابل تاریخ کشت و مقدار مصرف نیتروژن مکمل بر کارآیی زراعی استفاده از نیتروژن

Figure 5- Intraction of plnating date and suplemental nitrogen level onagronomic nitrogen use efficiency

میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد هر صفت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری باهم ندارند (آزمون محافظت‌شده FLSD, α=0.05)

Mean values with common letters in each column have not statistically significant (FLSD, α=0.05).

References منابع مورد استفاده

- Abbas, G., H. Younis, S. Naz, Z. Fatima, S. Hussain, M. Ahmed, and S. Ahmad. 2019. Effect of planting dates on agronomic crop production. In: Agronomic crops: Volume 1: Production technologies, M. Hasanuzzaman, (Ed.). Springer Singapore: pp: 131-147.
- Afzal, M.N., M. Tariq, M. Ahmed, G. Abbas, and Z. Mehmood. 2020. Managing planting time for cotton production. In: Cotton production and uses. Springer: pp: 31-44.
- Ahmed, N., U.K. Chaudhry, M.A. Ali, F. Ahmad, M. Sarfraz, and S. Hussain. 2020. Salinity tolerancein cotton. In: Cotton production and uses. Springer: pp: 367-391.
- Anagholi, A. 2008. Salinity tolerance indexes in three cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 15(3): 90 - 97. (In Persian).
- Anonymous. 2020. Cotton: World marjet and trade. Available at: Https://www.Fas.Usda.Gov/data/cotton-world-markets-and-trade.
- Ardakani, A., M. Armin, and E. Filehkesh. 2016. The effect of rate and application method of potassium on yield and yield components of cotton in saline condition. *Iranian Journal Field Crops Research*. 14(3): 514-525. (In Persian).
- Ashokkumar, K., K.S. Kumar, and R. Ravikesavan. 2014. An update on conventional and molecular breeding approaches for improving fiber quality traits in cotton-a review. *African Journal of Biotechnology*. 13(10): 1097-1108 .
- Bagherabadi, H., M. Armin, and E. Filekesh. 2019. The effect of sowing date on yield and yield components of cotton planted in ultra narrow rows and conventional rows. *Iranian Journal of Cotton Researches*. 7(1): 1-14 .(In Persian).
- Bahrampour, T., and A. Keramat. 2015. The sampling of soil, water and plant and proper fertilizer recommendations. Technical Manual, Number 51. Ministry of Agriculture Jihad Agricultural Research, Education and Extension Organization Ardabil Agriculture and Natural Resources Research and Education Centre. (In Persian).
- Chen, W., Z. Hou, L. Wu, Y. Liang, and C .Wei. 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. *Plant and Soil.* 326(1-2): 61-73 .
- Delbari1, A.R., M. Armin, and M. Heydari.2016. Effect of potassium amounts on yield and yield components of cotton in early drought stress conditions. *Journal of Crop Production Resarch.* 8(2): 123.-135. (In Persian).
- El-Sabagh, A., A.M. Omar, M. El- Menshawi, and S. El- Okkiah. 2018. Foliar application of organic compounds stimulate cotton (*Gossypium barbadense* L.) to survive late sown condition. *Open Agriculture*. 3(1): 684-697 .
- Esmailnia, J., M. Armin, and M. Esmailnia. 2013. Agrophysiological response of cotton to nitrogen sources and zinc amounts application under saline conditions. *Journal of Crop Production Research*. 4(3): 331-342 .(In Persian).
- Fathi, D., M.B. Sohrabi, and M. Kouchakzadeh. 2011. Evaluation of the effect of irrigation methods, various levels of water and nitrogen fertilizer on quality of cotton. *Journal of Plant Production*. 18(3): 1-15 . (In Persian).
- Fathi, Gh., S.A. Siadat, S. Sadeghzadeh hemayati, and M.E. Zamiri. 2001. Effect of plantingdate on yield and yield components of three cultivars of canola in Dezful.

Abstracts of the Seventh Congress of Crop Science and Plant Breeding. Dezful. Iran. Pages 180-181. (In Persian).

- Huang, J .2016. Different sowing dates affected cotton yield and yield components. *International Journal of Plant Production*. 10(1): 63-84 .
- Hussain, S., M. Shaukat, M. Ashraf, C. Zhu, Q. Jin and J. Zhang. 2019. Salinity stress in arid and semi-arid climates: Effects and management in field crops. In: Climate change and agriculture. Intech Open.
- Jafaraghaei, M., and A.H. Jalali. 2013. Evaluation of pattern and sowing date on the yield of cotton and cantaloupe in a mixed farming system. *Iranian Journal of Cotton Researches*. 1(1): 1-10 .(In Persian).
- Kalantar Ahmadi, S., A. Ebadi, and S. Siadat. 2015. Canola cultivars' response to sowing date in northern khouzestan conditions. *Journal of Crop Production and Processing*. 14(4): 123-132.
- Khan, A., U. Najeeb, L. Wang, D.K.Y. Tan, G. Yang, F. Munsif, S. Ali, and A. Hafeez. 2017. Planting density and sowing date strongly influence growth and lint yield of cotton crops. *Field Crops Research*. 209: 129-135 .
- Koocheki, A., M.N. Mahallati, R. Moradi, and Y. Alizade. 2015. Evaluation of yield and nitrogen use efficiency of maize and cotton intercropping under different nitrogen levels. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 13(1): 1-13 .(In Persian).
- Lacerda, C.F.d., J.F.d.S. Ferreira, D.L. Suarez, E.D. Freitas, X. Liu, and A.d.A. Ribeiro. 2018. Evidence of nitrogen and potassium losses in soil columns cultivated with maize under salt stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 22(8): 553-557 .
- Mehrabadi, H.R. 2017. Effect of different planting dates and methods on quantity and quality traits of varamin cotton cultivar. *Journal of Crop Production and Processing*. 7(2): 61-72 .(In Persian).
- Miri ,Y., and H. Bagheri. 2013. Evaluation planting date on agronomical traits of canola (*Brassica napus* L.). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 4: 601-603 .
- Nelson, D.W., and L. Sommers. 1973. Determination of total nitrogen in plant material *Agronomy Journal*. 65(1): 109-112 .
- O'Berry, N., J. Faircloth, K. Edmisten, G. Collins, A. Stewart, A. Abaye, D. Herbert Jr, and R. Haygood. 2008. Plant population and planting date effects on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) growth andyield. *Journal of Cotton Science.12:* 178-187 .
- Parsa Motlagh, B., P. Rezvani Moghaddam, R. Ghorbani, and Z. Azami Sardooei. 2016. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Jiroft climate conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14(4): 735-745. (In Persian).
- Patil, B., and H. Chetan. 2018. Foliar fertilization of nutrients. *Marumegh*. 3(1): 49-53 .
- Pettigrew, W.T., and W.R. Meredith Jr. 2009. Seed quality and planting date effects on cottonlint yield, yield components, and fiber quality. *Journal of Cotton Science*. 13: 37–47 .
- Rezaei, H., S. Saadat, R. Mirkhani, and L. Ismailnejad. 2019. An overview of the state of nutrients in saline soils, 2nd International Salinity Conference, Yazd. IRAN. (In Persian).

- Ribeiro, A.D.A., C.F. Lacerda, A.L. Rocha Neves, C.H.C.D. Sousa, R.D.S. Braz, A.C.D. Oliveira, J.M.G. Pereira, and J.F.D.S. Ferreira. 2020. Uses and losses of nitrogen by maize andcotton plants under salt stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 67: 1-14 .
- Rochester, I.J. 2011. Assessing internal crop nitrogen use efficiency in high-yielding irrigated cotton. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 90(1): 147-156 .
- Salih, R.F. 2019. Effect of sowing dates and varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) on growth and yield parameters. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*. 31(3): 64-70 .
- Sharif, I., S. Aleem, J. Farooq, M. Rizwan, A. Younas, G. Sarwar, and S.M. Chohan. 2019. Salinity stress in cotton: effects, mechanism of tolerance and its management strategies. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 25(4): 807-820.
- Shenavaei Zare, M., M. Armin, and H. Marvi. 2020. Physiological responses of cotton to stressmoderator application on different planting date under saline conditions. *Iranian Journal of Science and Technology*, Transactions A: Science**.** 45(1): 11-25.
- Shenker, M., A. Ben-Gal, and U. Shani. 2003. Sweet corn response to combined nitrogen and salinity environmental stresses. *Plant and Soil***.** 256(1): 139-147 .
- Tari, D., and A. Rokhzadi. 2018. Effects of hydropriming and sowing date on seed cotton yield, lint and seed oil oftwo cotton cultivars. *Journal of Crops Improvement*. 20(1): 17-30. (In Persian).
- Tewolde, H., and C.J. Fernandez. 2003. Fiber quality response of Pima cotton tonitrogen and phosphorus deficiency. *Journal of Plant Nutrrition*. 26: 223-235.
- Tobe, A., S. Hokmalipour, B. Jafarzadeh, and M.H. Darbandi. 2013. Effect of sowing date on some phenological stages and oil contents in spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Middle East Journal of Scientific Research*. 13(9): 1202-1212 .
- Yousefi, A., M. Armin, and M. Jami Moeini. 2021. Effects of supplemental foliar-applied nitrogen on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and nitrogen efficiency under saline conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 44(20):3072-3082**.**
- Zhang, D., W. Li, C. Xin, W. Tang, A.E. Eneji, and H. Dong. 2012. Lint yield and nitrogen use efficiency of field-grown cotton vary with soil salinity and nitrogen application rate. *Field Crops Research*. 138: 63-70.

Research Article DOI: 10.30495/JCEP.2023.1926828.1786

The Response of Yield, Yield Components, and Nitrogen Use Efficiency of Cotton (*Gossypium herbaceum* L.) to Supplemental Nitrogen Application under Salinity Stress Conditions in Optimum and Delayed Planting Date

Azam Yousefi[1], Mohammad Armin[2]* and Matin Jami Moeini[3]

Received: March 2021 , Revised: 9 November 2021, Accepted: 1 February 2022

Abstract

In saline condition, addition to salinity stress, nitrogen deficiency is also observed. In order to investigate the response of yield, yield components, and nitrogen efficiency of cotton to supplemental nitrogen application in saline conditions in optimum and delayed cultivation, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was done in Sabzevar Islamic Azad University in 2017-2018. Factors were: planting date (optimum and late) and nitrogen levels (0, 2.5, 5, and 7.5 kg.ha^{-1}) as a foliar application on the bolling stage as Urea form. Delayed planting reduced the number of bolls per plant (6.59 %), boll weight (17.33%), seed cotton yield (14.70 %), nitrogen uptake efficiency (23.2 %), and nitrogen use efficiency (11.32 %) compared to optimum cultivation. Foliar application of 7.5 kg N.ha^{-1}increased the number of bolls per plant (67.6%), boll weight (47.2%), seed cotton yield (73.2%), nitrogen uptake efficiency (45.1%), and nitrogen use efficiency (41.2%) compared to control. Sprayed due to lack of solution. The highest plant height, number of reproductive branches, lint percentage, lint yield, and agronomic nitrogen use efficiency in optimum planting date and foliar application of 7.5 kgN.ha^{-1}were obtained which was not significantly different from foliar spraying of 5 kgN.ha^{-1}. Nitrogen foliar application could not improve the negative effects of planting delay on yield and yield components of cotton. In general, the results of this experiment showed that the best seed cotton yield can be achieved by planting at the optimum date and spraying 5 kg of nitrogen as a supplement at the beginning of the bolling stage that increases the efficiency of cotton nitrogen consumption in saline conditions.

Key words: Cotton, Foliar application, Nitrogen, Planting date, Salinity stress.

1- Ph.D. Candidate, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch,Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch,Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
**Corresponding Author: moh.armin@iau.ac.ir*