مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد هشتم، شماره اول، ۱۳۹۹
۱۹۴-۱۷۹
www.jcri.ir

بررسی اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر عملکرد، خصوصیات کمی، بهبود قرمزی رنگ برگ و غلظت عناصر غذایی دو رقم پنبه

محمودرضا رمضانپور[1*]، قربانعلی روشنی[2]، ساره رجبی اگره[3]

[1]استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

[2]دانشیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

[3]دانش‌آموخته دکتری گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۱۱

چکیده

با توجه به تأثیر نیتروژن و منیزیم در کاهش قرمزی رنگ برگ و عملکرد پنبه تحقیقی با طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل دو رقم پنبه (سای اکرا و بختگان) و فاکتور دوم شامل ۱۰ سطح تیمار کودی شامل ۱- فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک، ۲- نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک (شاهد)، ۳- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم، ۴- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم، ۵- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی یک درصد اوره، ۶- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی دو درصد اوره، ۷- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و یک درصد اوره، ۸- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و دو درصد اوره، ۹- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و اوره، ۱۰- نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و دو درصد اوره بود. بررسی آماری داده‌ها نشان داد اثر رقم بر وزن غوزه، تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه بارور و درجه قرمزی رنگ برگ معنی‌دار بود. همچنین اثر تیمارهای کودی بر عملکرد، وزن غوزه، تعداد غوزه نابارور و ارتفاع بوته پنبه در سطح یک درصد و قرمزی رنگ پنبه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد در هر دو رقم سای اکرا و

*نویسنده مسئول: mrramezanpour@yahoo.com

بختگان به ترتیب در تیمار مصرف پایه کود نیتروژن به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و یک درصد اوره و در تیمارهای شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: کود منیزیم، کود نیتروژن، ناهنجاری قرمزی رنگ برگ، وش.

مقدمه

پنبه یکی از مهم‌ترین و پرارزش‌ترین گیاهان زراعی است که اهمیت اقتصادی و موقعیت کشاورزی، تجاری ویژه‌ای در جهان و ایران یافته است. بذر پنبه به‌عنوان دومین منبع پروتئین پس از سویا و پنجمین منبع روغن پس از آفتابگردان می‌باشد. پنبه به علت مصارف متعدد ازجمله صنایع نساجی، لاستیک‌سازی، تهیه فیبر و نئوپان، تهیه فیلم عکاسی، پوشش کابل، پشم مصنوعی، نوارهای طبیعی، روغن‌های خوراکی و صنعتی و طبی به‌عنوان صنایع اشتغال‌زا بوده و اهمیت آن در شرایط کنونی کشور آشکار است (جبران و همکاران، ۲۰۱۹).

متأسفانه به دلایل مختلف، کشت پنبه در سالیان اخیر دچار آسیب‌های جدی ازنظر سطح زیر کشت گردیده است. نظر به مزیت‌های این محصول، لازم است توسعه مجدد کشت آن در کشور مورد اهتمام قرار گیرد. برای توسعه کشت، علاوه بر رفع موانع در سطح برنامه ریزان، لازم است مسائل به زراعی کشت نیز در کنار سایر موارد، موردتوجه قرار گیرد (نور قلی پور و رضایی، ۲۰۱۰). از جمله مسائل به زراعی که کشت این محصول در کشور ایران با آن مواجه بوده، ناهنجاری قرمزی برگ پنبه می‌باشد که با قرمز شدن رنگ برگ‌های پنبه در اواسط مراحل رشد همراه است. این ناهنجاری باعث اختلال در رشد و توسعه گیاه و درنهایت کاهش عملکرد و افت کیفیت الیاف پنبه می‌گردد (هوسامانی و همکاران، ۲۰۱۷). عوامل ایجاد این ناهنجاری هنوز بطور کامل و دقیق شناخته‌نشده است اما بر اساس نظریه‌های موجود عوامل ایجاد این ناهنجاری، مواردی چون کاهش دمای شب، کمبود آب و یا آب‌گرفتگی مزارع، تابش شدید، کمبود عناصر غذایی (به‌ویژه نیتروژن و منیزیم)، عدم تعادل یون‌ها در ناحیه توسعه ریشه و شوری خاک می‌باشد (ادورا و همکاران، ۲۰۰۲).

یکی از مهم‌ترین دلایل ایجاد این ناهنجاری مسئله مدیریت نیتروژن و جذب و انتقال آن در گیاه به‌ویژه در ارقام پر عملکرد می‌باشد (پتریگرو، ۲۰۱۶). در سال ۱۹۸۳ برای اولین بار داربل قرمزی برگ پنبه را مربوط به کمبود نیتروژن دانست. او بیان کرد که با مصرف کود نیتروژن این بیماری برطرف می‌شود. معمولاً آغاز ایجاد قرمزی در مرحله شروع غوزه‌دهی و در برگ‌های نزدیک به غوزه می‌باشد. در مرحله گلدهی و تشکیل غوزه اندام‌های زایشی نیتروژن موردنیاز خود را از برگ‌های نزدیک خود به‌عنوان منبع دریافت می‌کند و یا به عبارت دیگر جابه‌جایی مجدد نیتروژن از برگ‌ها به اندام زایشی

باعث ایجاد رنگ قرمز در برگ‌ها می‌شود (ماسرام و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین ریشه گیاه نیز در این مرحله به دلیل اینکه تمامی ترکیبات کربنی حاصل از فتوسنتز به اندام‌های فعال گیاه منتقل می‌شود، توانایی چندانی برای جذب نیتروژن از خاک نداشته و درنتیجه گیاه با کمبود نیتروژن مواجه می‌گردد (عبدالخلیق و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین پنبه از گیاهانی است که نیاز بالایی به منیزیم دارد. با کمبود منیزیم تعادل بین کاتیون‌های تبادلی کلسیم، منیزیم و پتاسیم برهم خورده و باعث ایجاد ناهنجاری در پنبه می‌گردد. برخی از محققین کمبود منیزیم را از دلایل دیگر ایجاد قرمزی برگ‌های پنبه می‌دانند. البته در این حالت قرمز شدن از برگ‌های پائین آغازشده و به بالا گسترش می‌یابد (رضایی و ملکوتی، ۱۹۹۹).

کمبود هر یک از عناصر غذایی رشد گیاه را محدود و کارائی اقتصادی را کم می‌کند (مارشنر، ۱۹۹۵). هنگامی‌که جذب مواد غذایی از طریق ریشه محدود می‌شود، برگپاشی برگی از روش‌های کارآمد برای جبران کمبود مواد غذایی بوده و به بهبود وضعیت تغذیه‌ای کمک می‌کند (هبر و همکاران، ۲۰۰۷). کارائی واحد مواد غذایی که به‌صورت محلول به روی گیاه پاشیده می‌شود، بیش از کارائی مصرف همان مقدار از طریق خاک است (ملکوتی و همایی، ۲۰۰۴).

در شرایط خاک‌های ایران برگپاشی عناصری مثل بور، منگنز، روی و منیزیم بر روی گیاه، به علت رفع سریع کمبود، آسان‌تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت، مناسب‌تر است (تهرانی و ملکوتی، ۲۰۰۵). برای رفع سریع کمبود منیزیم و نیتروژن می‌توان از روش برگپاشی استفاده نمود (ملکونی، ۲۰۰۰).

دشماک و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی تأثیر برگپاشی مواد مغذی بر عملکرد و جذب عناصر غذایی در پنبه گزارش کردند که با برگپاشی عناصر کم‌مصرف به همراه مصرف خاکی عناصر غذایی پرمصرف به‌صورت پایه تأثیر بسزایی در جذب مواد غذایی و افزایش عملکرد پنبه داشت. همچنین با بررسی اثر منیزیم بر قرمزی برگ پنبه مشخص شد که با کمبود منیزیم در مرحله گلدهی، علائم قرمزی رنگ برگ در گیاه مشخص بود (گید و همکاران، ۲۰۱۳). در مطالعات دیگری نیز افزایش معنی‌داری در عملکرد پنبه با برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و نیم درصد سولفات روی گزارش شده است (سینگ و همکاران، ۲۰۱۵). پاگار و دورجی (۲۰۱۰) با بررسی دلایل قرمزی رنگ برگ پنبه بیان نمودند که در گیاهانی که غلظت منیزیم برگ بین ۰/۴۴ تا ۰/۴۶ درصد باشد؛ علائم قرمزی مشاهده نشده است. سینگ در سال ۲۰۰۴ بیان کرد که برگپاشی ۲ تا ۴ درصد اوره به همراه اسیدسیتریک ۰/۱ درصد باعث افزایش ۷۰ تا ۸۰ درصدی عملکرد پنبه شد. همچنین در مطالعه اکیسان (۲۰۰۴) کاهش قرمزی برگ پنبه با برگپاشی ۵ درصد سولفات منیزیم و یک درصد اوره مشاهده شد. ذبیحی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

گزارش کردند که با اثر تیمارهای نیتروژن بر عمکرد وش ،تعداد غوزه، تعداد شاخه‌ها ی جانبی و ارتفاع بوته معنی دار بود و بیشترین عملکرد وش، تعداد غوزه، تعداد شاخه و ارتفاع بوته با مصرف ۱۸۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار آبیاری با ۷۵ درصد تبخیر از تشت تبخیر کلاس A بدست آمد. مدیریت مصرف کود نیتروژن در کاهش قرمزی رنگ برگ پنبه و تولید محصول اهمیت زیادی دارد. بنابراین به‌منظور بررسی و مقایسه اثر کودهای نیتروژن و منیزیم به‌صورت مصرف خاکی و برگپاشی در بهبود عملکرد و خصوصیات کمی پنبه تحقیق حاضر انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر عملکرد، خصوصیات کمی، جذب عناصر غذایی و بهبود قرمزی رنگ برگ پنبه و دو رقم پنبه، آزمایشی یک‌ساله به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس (ایستگاه تحقیقات داراب با عرض شمالی′۲۹ °۲۸ و طول شرقی′۵۵ °۵۴) در سه تکرار بر روی دو رقم پنبه اجرا شد.

فاکتور اول شامل دو رقم پنبه (سای اکرا و بختگان) و فاکتور دوم شامل ۱۰ سطح تیمار کودی (سطوح مختلف کود اوره و سولفات منیزیم) بود. تیمارهای کودی شامل ۱- فسفر و پتاسیم به صورت پایه بر اساس آزمون خاک، ۲- شاهد کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به صورت پایه بر اساس آزمون خاک، ۳- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم، ۴- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم، ۵- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی یک درصد کود اوره، ۶- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی دو درصد کود اوره، ۷- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و یک درصد کود اوره، ۸- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و دو درصد کود اوره، ۹- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و یک درصد کود اوره، ۱۰- کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و دو درصد کود اوره بود.

قبل از کاشت از عمق ۳۰- ۰ سانتی‌متری مزرعه نمونه خاک تهیه و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱) (احیایی و بهبهانی، ۱۹۹۳). کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۲۵× ۵ متر آماده شد. فاصله خطوط کشت ۸۰ و بین بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از

آماده‌سازی زمین جهت کشت، کود فسفرِ از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم قبل از کاشت به‌صورت پایه مصرف شد. همچنین در تیمارهایی که کود نیتروژن به‌صورت مصرف خاکی بود، در سه مرحله قبل از کاشت (۳۰ درصد به‌صورت پایه)، بعد از وجین اول و۳۰ درصد باقیمانده به‌صورت سرک) بعد از گلدهی از منبع کود اوره استفاده شد (رد و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین برگپاشی کود سولفات منیزیم و اوره در مرحله گلدهی و به فاصله هر پانزده روز در سه مرحله انجام شد. در مرحله گلدهی نمونه برگ جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی انجام شد. برای اندازه-گیری عناصر پتاسیم، فسفر دربرگ پنبه از عصاره حاصل از هضم به طریق سوزاندن خشک و عصاره‌گیری با اسید کلریدریک ۲نرمال استفاده شد. پتاسیم به روش نشر شعله‌ای (فلیم فتومتری*، فسفر به روش آمونیوم مولیبدات وانادات وهمچنین نیتروژن به روش هضم تر با دستگاه کجل تیک اتوآنالیزر† و منیزیم به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد (کوتنی، ۱۹۸۰). جهت بررسی درجه قرمزی برگ به‌صورت مشاهده‌ای در بین کرت‌ها ۲۰ بوته انتخاب و درصد قرمزی برگ به‌صورت امتیازدهی (امتیاز ۲۰ گیاه کاملاً سبز و ۱ گیاه کاملاً قرمز) انجام شد (گید و همکاران، ۲۰۱۳).آبان ماه در زمان برداشت از هر طرف کرت ۰/۵ متر حذف و از چهار پشته وسط صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، تعداد غوزه بارور، تعداد غوزه نابارور و تعداد شاخه زایشی تعیین شد. همچنین پس از برداشت سه چین وزن غوزه و عملکرد گیاه اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. گروه‌بندی میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد انجام شد. همچنین از آب ورودی مزرعه نمونه آب تهیه و برخی از خصوصیات شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۱– برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده در آزمایش (قبل از کشت).

عمق	واکنش خاک	قابلیت هدایت الکتریکی	کربنات کلسیم معادل(TNV)	ماده آلی	فسفر	پتاسیم	منگنز	مس	بور	روی	آهن	منیزیم محلول	کلسیم محلول	بافت
cm		$dS.m^{-1}$	٪		$mg.\ kg^{-1}$							$meq.\ li^{-1}$		
۰-۳۰	۸/۲	۰/۹۶	۴۴	۰/۶۴	۱۱/۶	۲۶۰	۱۰/۸	۳/۴	۰/۵۱	۰/۳۶	۲/۱	۴/۴	۴/۹	لوم

*. Flame photometer
†. Auto Analysis kjeltec

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی آب مورداستفاده در آزمایش

آب ورودی مزرعه	واکنش آب	قابلیت هدایت الکتریکی	کربنات	بیکربنات	سولفات	سدیم	کلر	کلسیم + منیزیم
		$dS.m^{-1}$	meq. li^{-1}					
	۷/۶	۰/۴۳۶	۰	۴	۰/۱۱	۰/۶۱	/۵۰ ۰	۴

نتایج

نتیجه تجزیه واریانس داده‌های آزمایش در جدول ۳ و میانگین اثر رقم، برگپاشی کود و اثر متقابل رقم و برگپاشی کود بر عملکرد، خصوصیات کمی و بهبود قرمزی رنگ برگ پنبه در جدول ۴ و شکل‌های ۱ و ۲ درج شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی رقم بر وزن غوزه، شاخه زایشی، تعداد غوزه بارور و درجه قرمزی برگ پنبه معنی‌دار شد. همچنین برگپاشی کود بر کلیه صفات مورد بررسی به جزء تعداد غوزه بارور معنی‌دار بود. درحالی‌که بررسی آماری داده‌ها نشان داد که اثر متقابل رقم و برگپاشی کود فقط بر ارتفاع گیاه و تعداد غوزه نابارور معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین مربعات اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر عملکرد، خصوصیات کمی و بهبود قرمزی رنگ برگ در دو رقم پنبه

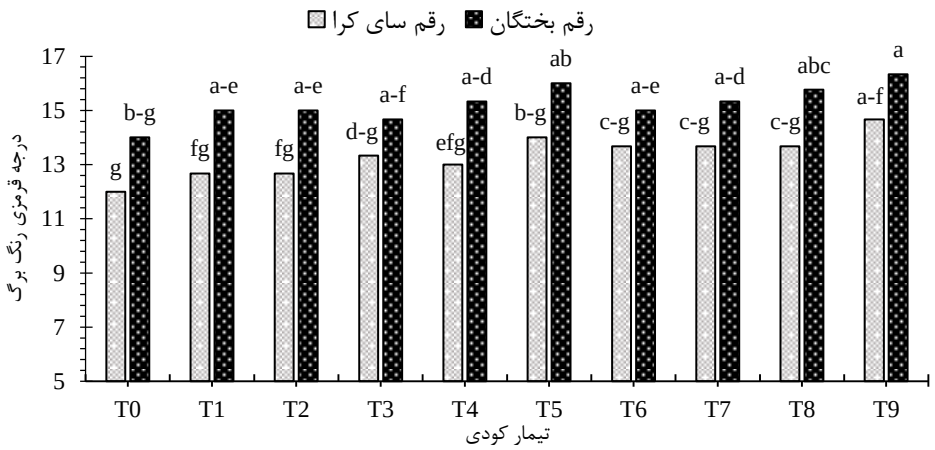
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	وزن غوزه	تعداد شاخه زایشی	تعداد غوزه بارور	تعداد غوزه نابارور	ارتفاع	درجه قرمزی برگ
تکرار	۲	۳۷۰۶۷۱۷	۶/۲۹	۲/۳۱	۰/۸۰	۱/۳۵	۱۱۸/۵۱	۱/۰۱
رقم	۱	۲۴۶۰۳^{ns}	۳۰/۳۹**	۲۶/۶۶*	۳۶/۸۱*	۱/۰۶^{ns}	۱۸/۱۵^{ns}	۰/۱۲**
خطا	۲	۱۹۸۲۷	۰/۲۱	۰/۳۱	۱/۶۶	۲/۳۱	۱۰/۹۵	۸/۲۹
کود	۹	۱۶۱۷۱۴۱**	۰/۹۹**	۹/۷۳*	۰/۸۹^{ns}	۳/۰۶**	۳۰۵/۸۱**	۴/۸۱*
رقم × کود	۹	۲۰۳۱۲۸^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۷/۴۸^{ns}	۴/۳۴^{ns}	۱/۱۷*	۳۳۰/۴۸**	۰/۲۹ ^{ns}
خطا	۳۶	۲۰۴۵۱۷	۰/۵۳	۳/۸۳	۲/۴۹	۰/۹۴	۸۶/۲۳	۰/۵۱
ضریب‌تغییرات	-	۱۳/۰۳	۴/۳۳	۱۳/۱۷	۱۶/۷۱	۲۶/۲۷	۹/۹۵	۵/۷۹

.ns,*,**:به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد و پنج درصد و غیر معنی‌دار

عملکرد: بررسی مقایسه میانگین داده‌های عملکرد دو رقم مورداستفاده در این پژوهش نشان داد که بین تیمارهای عملکرد تیمار بدون عدم مصرف کود نیتروژن و با مصرف کود نیتروژن، عملکرد پنبه افزایش داشت. مقایسه عملکرد تیمار کاربرد نیتروژن به‌صورت پایه و تیمارهای کودی همراه با برگپاشی نشان داد که با افزایش مقدار مصرف منیزیم عملکرد پنبه در هر دو رقم افزایش داشت. به‌طوری‌که در

تیمارهای با برگپاشی نیم درصد منیزیم نسبت به برگپاشی یک درصد حدود ۱۴ درصد افزایش مشاهده شد. ولیکن با افزایش مقدار برگپاشی اوره، عملکرد پنبه کاهش داشت. همچنین نتایج نشان داد بیشترین عملکرد در تیمار مصرف پایه کود نیتروژن به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و یک درصد اوره با ۴۳۱۱ و ۴۵۳۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در تیمارهای شاهد به ترتیب در هر دو رقم سای اکرا و بختگان مشاهده شد (شکل ۱).

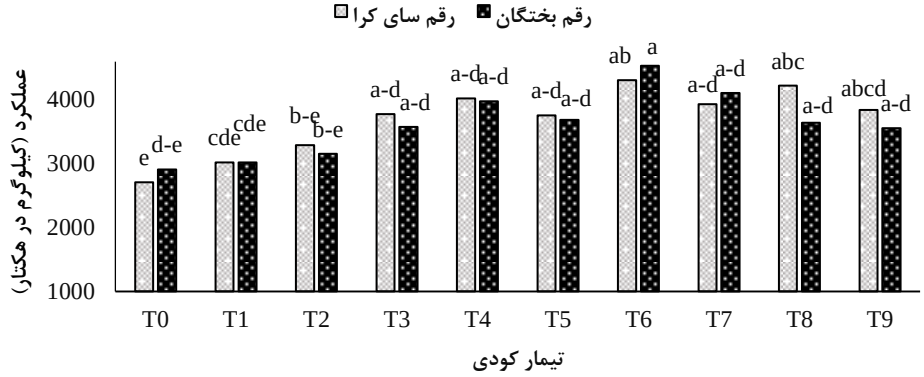
قرمزی رنگ برگ: بررسی داده‌های حاصل از پژوهش نشان داد که در بین تیمارهای عدم مصرف کود نیتروژن به‌صورت پایه و مصرف کود نیتروژن به‌صورت پایه قبل از کاشت، با مصرف کود نیتروژن قرمزی برگ پنبه در هر دو رقم کاهش داشت. ازنظر درجه قرمزی برگ پنبه، مقایسه تیمارهایی که کود پایه به تنهایی و تیمارهای کودی به همراه برگپاشی انجام شده بود نتایج نشان داد که در تیمارهای برگپاشی شده درجه قرمزی رنگ برگ کمتر از تیمارهای بدون برگپاشی بود. همچنین با افزایش مقدار مصرف کود اوره و سولفات منیزیم قرمزی برگ پنبه نیز کاهش یافت. بیشترین قرمزی رنگ برگ در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و کمترین درجه قرمزی رنگ برگ در تیمار مصرف کودهای پایه به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و دو درصد اوره در هر دو رقم سای اکرا و بختگان مشاهده شد (شکل ۲).



T_0: NP, T_1: NPK, T_2: NPK + 0.5% $MgSo_4$, T_3: NPK + 1% $MgSo_4$, T_4: NPK + 1% urea, T_5: NPK + 2% urea, T_6: NPK + 0.5% $MgSo_4$ + 1% urea, T_7: NPK + 0.5% $MgSo_4$ + 2% urea, T_8: NPK + 1% $MgSo_4$ + 1% urea, T_9: NPK + 1% $MgSo_4$ + 2% urea.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر عملکرد (کیلوگرم در هکتار) دو رقم پنبه

وزن غوزه: بررسی آماری داده‌های حاصل از تأثیر برگپاشی کود نیتروژن و منیزیم بر وزن غوزه نشان داد که بین دو رقم مورد مقایسه در این پژوهش، در تمامی تیمارهای کودی رقم بختگان دارای غوزه با وزن بیشتری بود. همچنین مقایسه بین تیمارهای کودی نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن وزن غوزه پنبه افزایش داشت. بیشترین وزن غوزه در تیمار مصرف کودهای پایه به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و ۲ درصد اوره در هر دو رقم سای اکرا و بختگان به ترتیب با ۶/۳۷ و ۷/۵۹ گرم مشاهده شد که با تیمارهای عدم مصرف کود نیتروژن و با مصرف کود نیتروژن به صورت پایه اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۴).



T_0: NP, T_1: NPK, T_2: NPK + 0.5% $MgSo_4$, T_3: NPK + 1% $MgSo_4$, T_4: NPK + 1% urea, T_5: NPK + 2% urea, T_6: NPK + 0.5% $MgSo_4$ + 1% urea, T_7: NPK + 0.5% $MgSo_4$ + 2% urea, T_8: NPK + 1% $MgSo_4$ + 1% urea, T_9: NPK + 1% $MgSo_4$ + 2% urea.

شکل ۲- مقایسه میانگین اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر بهبود قرمزی رنگ برگ دو رقم پنبه

تعداد شاخه زایشی: مقایسه میانگین بین دو رقم سای اکرا و بختگان نشان داد که تعداد شاخه زایشی در رقم بختگان بیشتر از رقم سای اکرا بود. با مقایسه بین تیمار شاهد ۱ و ۲ مشاهده شد که با مصرف کود نیتروژن به‌صورت پایه تعداد شاخه زایشی در هر دو رقم مورد بررسی افزایش یافت ولیکن این افزایش معنی‌دار نبود. با برگپاشی کود منیزیم و اوره به‌تنهایی و یا تلفیقی افزایش تعداد شاخه زایشی مشاهده شد ولیکن بیشترین تعداد شاخه زایشی در هر دو رقم سای اکرا و بختگان در برگپاشی ۲ درصد کود اوره به‌تنهایی مشاهده شد که در رقم سای اکرا با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ایجاد کرد (جدول ۴).

تعداد غوزه باز شده: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت تعداد غوزه بازشده (جدول ۳) اختلاف معنی‌داری در بین دو رقم مورد استفاده و تیمارهای کودی در سطح پنج درصد مشاهده شد ولیکن اثر متقابل تیمار کودی و رقم معنی‌دار نشد. بر اساس مقایسات میانگین در بین دو رقم از نظر تعداد غوزه باز شده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین تعداد غوزه باز شده در رقم بختگان با مصرف کودهای پایه به همراه برگپاشی ۱ درصد سولفات منیزیم و ۲ درصد کود اوره با ۱۱/۶۷ عدد غوزه بازشده وجود داشت که نسبت به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن حدود ۱۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴).

تعداد غوزه نابارور: بررسی نتایج اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد غوزه نابارور بین دو رقم سای اکرا و بختگان نشان نداد. با مقایسه بین دو تیمار مصرف و عدم مصرف کود نیتروژن به‌صورت پایه نیز نتیجه مشابهی مشاهده شد. مقایسه بین تیمارهای کودی که علاوه بر مصرف پایه کود نیتروژن، برگپاشی منیزیم و کود اوره به‌تنهایی انجام شد نشان داد که با افزایش مصرف سولفات منیزیم و اوره تعداد غوزه نابارور کاهش داشت؛ هرچند این کاهش معنی‌دار نبود. مقایسه بین تیمارهای کودی نشان داد که با افزایش مصرف تلفیقی کودهای سولفات منیزیم و اوره به‌صورت برگپاشی تعداد غوزه نابارور به‌صورت محسوسی کاهش یافت، بطوری‌که در هر دو رقم مورد بررسی کمترین تعداد غوزه نابارور در تیمار مصرف پایه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و دو درصد کود اوره با ۲/۳۳ عدد غوزه نابارور مشاهده شد که نسبت به مصرف نیتروژن، به‌صورت پایه حدود ۵۰ درصد کاهش داشت (جدول ۳).

ارتفاع بوته: نتایج نشان داد که در بین دو رقم سای اکرا و بختگان اختلاف معنی‌داری ازلحاظ ارتفاع بوته وجود نداشت. با مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که مصرف کود نیتروژن به‌صورت پایه باعث افزایش ارتفاع پنبه نسبت به عدم مصرف کود پایه گردیده است ولیکن این اختلاف معنی‌دار نبود. همچنین برگپاشی سولفات منیزیم نیز تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته پنبه نداشت. با برگپاشی کود اوره افزایش ارتفاع در هر دو رقم پنبه نسبت به تیمار مصرف و عدم مصرف کود نیتروژن به‌صورت پایه مشاهده شد. این افزایش ارتفاع در هر دو رقم مورد بررسی در تیمارهایی که برگپاشی تلفیقی کود اوره و سولفات منیزیم انجام شده بود، بسیار قابل توجه بود؛ به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع پنبه در تیمارهای برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم به همراه یک درصد اوره و یک درصد سولفات منیزیم به همراه دو درصد کود اوره مشاهده شد. این افزایش ارتفاع در رقم سای اکرا بیشتر از رقم بختگان بود (جدول ۴).

تاثیر بکارگیری کودهای نیتروژن ومنیزیم بر غلظت عناصر غذایی در برگ: تاثیر به‌کارگیری تیمارهای مختلف نیتروژن و منیزیم بر غلظت عناصر غذایی در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که اثر اصلی رقم بر غلظت منیزیم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و در سایر عناصر غذایی اندازه-

گیری شده معنی‌دار نشد. درحالی‌که اثر اصلی تیمارهای کودی بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بررسی آماری داده‌ها نشان داد که اثر متقابل رقم و برگپاشی کود بر غلظت هیچیک از عناصر غذایی معنی‌دار نشد (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر عملکرد، خصوصیات کمی و بهبود قرمزی رنگ برگ در دو رقم پنبه

رقم	تیمار (کود مصرفی)	وزن غوزه (گرم)	تعداد شاخه زایشی	تعداد غوزه بارور	تعداد غوزه نابارور	ارتفاع (سانتی‌متر)
سای اکرا	PK	۵/۰۵ g	۱۰ c	۸/۰۰ ab	۵/۰۰ a	۷۷/۳۳ cd
	NPK	۵/۲۳ g	۱۱/۳۳ bc	۸/۶۶ ab	۵/۰۰ a	۸۰/۶۷ bcd
	NPK + 0.5% $MgSO_4$	۵/۳۸ g	۱۴/۰۰ abc	۹/۳۳ ab	۴/۳۳ ab	۸۲/۶۷ bcd
	NPK + 1% $MgSO_4$	۵/۴۰ g	۱۴/۳۳ abc	۱۰/۰۰ ab	۴/۰۰ ab	۸۱/۰۰ bcd
	NPK + 1% urea	۵/۴۳g	۱۶/۶۷ a	۷/۳۳ b	۴/۳۳ ab	۹۳/۳۳ abcd
	NPK + 2% urea	۵/۶۲ fg	۱۳/۰۰ abc	۱۰/۰۰ ab	۴/۰۰ ab	۹۶/۶۷ abc
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 1% urea	۵/۵۹ fg	۱۵/۳۳ ab	۸/۶۶ ab	۳/۶۶ ab	۹۸/۳۳ abc
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 2% urea	۵/۶۴ fg	۱۶/۰۰ ab	۷/۶۶ ab	۳/۳۳ ab	۱۰۰/۰۰ abc
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 1% urea	۵/۹۳ ef	۱۵/۳۳ ab	۹/۳۳ ab	۲/۶۶ ab	۱۰۸/۳۰ a
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 2% urea	۶/۳۷ de	۱۶/۰۰ ab	۷/۶۶ ab	۲/۳۳ b	۱۰۹/۰۰a
بختگان	PK	۶/۶۶ de	۱۴/۶۷ abc	۱۰/۶۷ ab	۴/۶۶ ab	۷۱/۳۷ d
	NPK	۶/۴۶ de	۱۵/۶۷ ab	۱۰/۳۳ ab	۴/۶۶ ab	۹۱/۶۷ abcd
	NPK + 0.5% $MgSO_4$	۶/۶۲ cde	۱۶/۰۰ ab	۹/۰۰ ab	۴/۰۰ ab	۹۱/۶۷ abcd
	NPK + 1% $MgSO_4$	۷/۰۰ bcd	۱۳/۳۳ abc	۹/۳۳ ab	۳/۶۶ ab	۹۱/۰۰ abcd
	NPK + 1% urea	۷/۰۹ bcd	۱۶/۰۰ ab	۱۰/۰۰ ab	۳/۳۳ ab	۹۸/۳۳ abc
	NPK + 2% urea	۶/۷۵ bcd	۱۶/۶۷ a	۹/۰۰ ab	۳/۶۶ ab	۹۷/۰۰ abc
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 1% urea	۶/۹۵ bcd	۱۶/۳۳ ab	۱۱/۰۰ ab	۳/۶۶ ab	۹۸/۰۰ abc
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 2% urea	۷/۳۰ ab	۱۶/۰۰ ab	۱۰/۶۷ ab	۳/۰۰ ab	۹۸/۳۳ abc
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 1% urea	۷/۲۹ abc	۱۶/۰۰ ab	۱۰/۶۷ ab	۳/۰۰ ab	۹۷/۳۳ abc
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 2% urea	۷/۵۹ a	۱۴/۶۷ abc	۱۱/۶۷ a	۲/۳۳ b	۱۰۳/۳۰ ab

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن در سطح پنج درصد).

PK: کود پتاسیم و فسفر، NPK: نیتروژن، فسفر و پتاسیم، $MgSO_4$: سولفات منیزیم، Urea: کود نیتروژن از منبع کود اوره

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد با مصرف کود نیتروژن، غلظت نیتروژن برگ پنبه افـزایش نشان داد. مقایسه تیمارهای برگپاشی شده با کود اوره و تیمارهای بدون برگپاشی با کـود اوره مشـخص

شد که این تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. با افزایش مقدار مصرف کود اوره بیشترین مقدار نیتروژن برگ در هر دو رقم مورد بررسی در تیمارهای برگپاشی دو درصد اوره و برگپاشی تلفیقی کود نیتروژن و منیزیم در تمامی غلظت‌های استفاده شده مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵- میانگین مربعات اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر غلظت عناصر غذایی دو رقم پنبه

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم
تکرار	۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰
رقم	۱	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۹۰^{ns}	۰/۰۱۰*
خطا	۲	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۵۵	۰/۰۰۰
کود	۹	۱/۸۷۹**	۰/۰۰۳**	۰/۷۶۸**	۰/۰۶۸**
رقم × کود	۹	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطا	۳۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات	-	۳/۲۶	۵/۵۷	۳/۸۱	۵/۳۱

به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد و پنج درصد و غیر معنی‌دار

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر برگپاشی سولفات منیزیم و اوره بر غلظت عناصر غذایی در دو رقم پنبه

رقم	تیمار: کود مصرفی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم
سای اکرا	PK	۲/۶۸ ^{e}	۰/۲۰۳ ^{m}	۱/۵۳ ^{f}	۰/۲۷۳ ^{f}
	NPK	۲/۹۸ ^{ef}	۰/۲۱۰ ^{l}	۱/۹۰ ^{e}	۰/۲۸۰ ^{f}
	NPK + 0.5% $MgSO_4$	۳/۱۳ ^{de}	۰/۲۲۳ ^{jk}	۱/۹۰ ^{e}	۰/۴۱۰ ^{cde}
	NPK + 1% $MgSO_4$	۳/۴۵ ^{c}	۰/۲۳۶ ^{h}	۲/۰۰ ^{de}	۰/۴۶۰ ^{c}
	NPK + 1% Urea	۳/۷۱ ^{b}	۰/۲۳۰ ^{i}	۲/۰۸ ^{cd}	۰/۳۶۰ ^{e}
	NPK + 2% Urea	۴/۱۷ ^{a}	۰/۲۵۳ ^{f}	۲/۱۶ ^{c}	۰/۳۷۰ ^{de}
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 1% Urea	۴/۱۴ ^{a}	۰/۲۶۰^{de}	۲/۵۱ ^{b}	۰/۴۳۰ ^{c}
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 2% Urea	۴/۲۵ ^{a}	۰/۲۶۳^{cd}	۲/۵۸ ^{ab}	۰/۴۴۳ ^{c}
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 1% Urea	۴/۲۴ ^{a}	۰/۲۶۶ ^{c}	۲/۵۰^{b}	۰/۵۵۶ ^{b}
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 2% Urea	۴/۲۵ ^{a}	۰/۲۷۳ ^{b}	۲/۶۷ ^{a}	۰/۶۰۳ ^{ab}
بختگان	PK	۲/۶۵ ^{e}	۰/۲۲۶ ^{ij}	۱/۶۰ ^{f}	۰/۲۷۶ ^{f}
	NPK	۳/۰۳ ^{ef}	۰/۲۲۰ ^{k}	۱/۹۸ ^{de}	۰/۲۹۶ ^{f}
	NPK + 0.5% $MgSO_4$	۳/۱۵ ^{de}	۰/۲۲۰ ^{k}	۲/۱۲ ^{cd}	۰/۴۳۳ ^{c}
	NPK + 1% $MgSO_4$	۳/۲۶ ^{cd}	۰/۲۴۳ ^{g}	۲/۱۰ ^{cd}	۰/۴۵۶ ^{c}
	NPK + 1% Urea	۳/۶۷ ^{b}	۰/۲۴۰ ^{gh}	۲/۱۵ ^{c}	۰/۴۲۰ ^{cd}
	NPK + 2% Urea	۴/۲۰ ^{a}	۰/۲۵۶ ^{ef}	۲/۲۰ ^{c}	۰/۴۴۶ ^{c}
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 1% Urea	۴/۲۰ ^{a}	۰/۲۶۰ ^{de}	۲/۵۷ ^{ab}	۰/۴۵۶ ^{c}
	NPK + 0.5% $MgSO_4$ + 2% Urea	۴/۱۴ ^{a}	۰/۲۶۶ ^{c}	۲/۶۳ ^{ab}	۰/۴۵۳ ^{c}
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 1% Urea	۴/۲۰ ^{a}	۰/۲۷۳ ^{b}	۲/۵۸ ^{ab}	۰/۵۷۰ ^{b}
	NPK + 1% $MgSO_4$ + 2% Urea	۴/۳۲ ^{a}	۰/۲۸۰ ^{a}	۲/۶۷ ^{a}	۰/۶۳۶ a

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند تفاوت معنی‌دار ندارند (آزمون دانکن در سطح پنج درصد).
PK: کود پتاسیم و فسفر، NPK: نیتروژن، فسفر و پتاسیم، $MgSO_4$: سولفات منیزیم، Urea: کود نیتروژن از منبع کود اوره

بررسی آماری داده‌ها نشان داد که با برگپاشی کودهای اوره و منیزیم غلظت فسفر و پتاسیم برگ نیز افزایش داشت به طوری که کمترین مقدار در تیمارهای مصرف پایه کود و بیشترین مقدار در تیمار مصرف پایه کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه برگپاشی یک درصد سولفات منیزیم و دو درصد کود اوره بود. همچنین با برگپاشی سولفات منیزیم غلظت منیزیم برگ نیز افزایش یافت و با افزایش مقدار مصرف، غلظت منیزیم برگ نیز افزایش یافت ولیکن در برخی از تیمارها این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۶).

بحث

دلایل اصلی بروز ناهنجاری قرمزی رنگ برگ پنبه هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است. امروزه از تنش‌های زنده و غیرزنده به‌عنوان عوامل ایجاد این ناهنجاری نام برده می‌شود. بسته به رقم، شرایط محیطی (دما، شدت نور و ...) و عملیات زراعی شدت بروز این ناهنجاری متفاوت می‌باشد. تنش‌های غیرزنده همانند دمای بالا، تنش آبی، حاصلخیزی خاک به‌ویژه نیتروژن، پتاسیم و منیزیم از دلایل بروز این عارضه مهم هستند (ولیکوا و همکاران، ۲۰۰۲).

نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاهان به شمار می‌رود. برای رشد و نمو مناسب گیاهان تأمین نیتروژن در هر یک از مراحل رشد لازم است، اما کاربرد کود به‌تنهایی ملاک نمی‌باشد، بلکه تأمین مداوم نیتروژن برای گیاه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عدم تأمین نیتروژن کافی در گیاهان با کاهش تولید برگ و اندازه سطح برگ، باعث کاهش سطح دریافت کننده نور و درنتیجه کاهش فتوسنتز می‌شود (لاولور، ۲۰۰۲)؛ بنابراین با کمبود نیتروژن فرآیندهای متابولیکی که بر پایه میزان پروتئین، رشد رویشی و زایشی و میزان محصول استوار است به میزان نیتروژن کافی بستگی دارند (سچین و فاطیما فومیس، ۲۰۰۴؛ شیرانی‌راد، ۲۰۰۰؛ منگل و کرکبی، ۲۰۰۱). همان‌طور که از نتایج این تحقیق استنباط می‌شود با افزایش کود نیتروژن به‌صورت پایه و برگپاشی در مراحل حساس فیزیولوژیکی پنبه افزایش عملکرد چشمگیری مشاهده شد. کمترین میزان عملکرد در تیمارهای کودی در تیمار مصرف پایه کود نیتروژن و بیشترین عملکرد در تیمار مصرف پایه کود نیتروژن به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و ۱ درصد اوره بود که حدود ۱۶۰۰ کیلوگرم افزایش عملکرد را به دنبال داشت. تحقیقات در مورد زمان مصرف کودهای نیتروژن در پنبه نشان داده است که ۱۲٪ از مواد غذایی موردنیاز پنبه از مرحله کاشت تا مرحله ۴ برگی شدن، ۵۸ درصد از مرحله ۴ برگی شدن تا تشکیل گل و ۳۰ درصد دیگر از مواد غذایی در مرحله بعدی جذب می‌شود؛ بنابراین

پنبه از شروع ماه دوم و در ماه سوم دوره رشد به نیتروژن بیشتری نیاز دارد، بنابراین باید در زمان مناسب عنصر نیتروژن در اختیار گیاه قرار گیرد (احمدی، ۲۰۱۴).

گیاهان معمولاً نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق خاک و یا برگپاشی کودهای نیتروژن دریافت می‌کنند. از آنجایی که کاربرد خاکی این دسته از کودها به دلایل مختلف از جمله آبشویی، کمبود رطوبت و ... محدود می‌گردد، با برگپاشی در زمان اوج نیاز گیاه می‌توان از کمبود این عنصر در گیاه جلوگیری کرد (استرهیوس و ویر، ۲۰۱۰). همانطور که از نتایج این تحقیق استنباط می‌شود در تیمارهایی که برگپاشی در زمان نیاز گیاه پنبه انجام شده است بیشترین مقدار غلظت نیتروژن برگ و عملکرد گیاه مشاهده شد (جدول ۴ و جدول ۶)؛ که با تحقیق آقایی و جلالی (۲۰۱۲) مطابقت داشت. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که با برگپاشی عناصر غذایی در دوره‌های حساس رشدی گیاه از درجه قرمزی رنگ برگ کاسته شد. دلیل این امر را می توان به دسترسی بهتر گیاه به عناصر نیتروژن و منیزیم از طریق برگپاشی و افزایش فتوسنتز گیاه نسبت داد (گید و همکاران، ۲۰۱۳).

همبستگی بالای بین حاصلخیزی نیتروژن با سطح برگ و تعداد غوزه یا تعداد گره ساقه اصلی (مالاولتا و همکاران، ۲۰۰۴) و از طرفی رابطه مستقیم بین غلظت منیزیم درون بافت‌های گیاهی و میزان سنتز کلروفیل و توسعه سطح برگ اثبات شده است (دالیویرا و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین تعداد غوزه مهم‌ترین عامل وابسته با عملکرد است و با کمبود نیتروژن و منیزیم تعداد غوزه نیز کاهش می‌یابد؛ بنابراین با کمبود نیتروژن و منیزیم سطح برگ و کلروفیل گیاه محدود شده و باعث کاهش تعداد غوزه در پنبه می‌گردد (آدام و متچل، ۲۰۰۰). نتایج این تحقیق نیز نشان داد با افزایش مصرف برگپاشی کود اوره تعداد غوزه بارور افزایش و تعداد غوزه نابارور کاهش یافت. خنداگال و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با برگپاشی دو مرحله ۲ درصد اوره و ۰/۲ درصد سولفات منیزیم و ۰/۱ درصد سولفات روی، مقدار کلروفیل برگ افزایش یافت که در نتیجه آن درصد سبزی رنگ برگ بیشتر و عملکرد پنبه نیز افزایش یافت. همچنین کاهش معنی‌دار قرمزی رنگ برگ پنبه و افزایش عملکرد و غلظت عناصر غذایی برگ در اثر برگپاشی کود نیتروژن و سولفات منیزیم به همراه مصرف پایه این کودها در مطالعات سانتوش و همکاران (۲۰۱۴) و پاگار و دورجی (۲۰۱۰) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که نیتروژن یکی از عناصر محدود کننده عملکرد در پنبه بوده و با تأثیر بر فاکتورهای عملکرد مانند تعداد شاخه زایشی و تعداد غوزه بر میزان عملکرد مؤثر است به طوری‌که بیشترین عملکرد در تیمار مصرف پایه کود نیتروژن به همراه برگپاشی نیم درصد سولفات منیزیم و یک

درصد اوره با ۴۳۱۱ و ۴۵۳۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در تیمارهای شاهد به ترتیب در هـر دو رقم سای اکرا و بختگان بود.

منابع

Adams, J.F., and Mitchell, C.C. 2000. Soil test nutrient recommendations for Alabama crops: Nutrient recommendations for cotton. Available at www. ag. auburn. edu/ agrn//croprecs/CopRecs/cc 10. Html.

Aghaei, M.J., and Jalali, A.H. 2012. The effects of different amounts of nitrogen and phosphorus in early cotton (Gossypium hirsutum L.) cultivar. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 102 :205-212. (In Persian).

Ahmadi, M., Barzali, M., Nemati, N.A., and Sajadi, S.A. 2014. Effect of nitrogen starter fertilizer and weed control management on weed frequency and yield of cotton in gorgan region. Journal of Crops Improvement, 4(4): 339-360.

Cechin, I., and Fatima Fumis, T. 2004. Effect of nitrogen supply on growth and Photosynthesis of sun flower plants grown in the green house. Plant Science, 166: 1379-1385.

Cottenie, A. 1980. Methods of plant analysis, In: Soil and plant testing: FAO Soils Bulletin 38/2. 120 p.

De Oliveira, I.P., Colin, J.A., and Santos, M.R.S. 2000. Magnesium sulfate and the development of the common bean cultivated in an ultisol of Northeast Australia. Scientia Agricola, 57(1): 103-107.

Deshmukh, A.V., Vaidya, P.H., and Sutar, A.U. 2019. Effect of foliar application of nutrients on nutrient content, uptake and yield of *Bt* Cotton. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(5): 1155-1159.

Edreva, A., Gurel, A., Gesheva, E., and Hakerlerler, H. 2002. Reddening of cotton (*Gossipium hirsutum* L.) Leaves. Biologia Plantarum, 45 (2): 303-306.

Ehyaei, M, and Behbahani Zadeh, A.1993. Description of Soil Chemical Analysis Methods. Issue 983, Tehran Soil and Water Research Institute. Iran, 50 pages (In Persian).

Gade, R.M., Tanwar, R.K., Jetakumare, P., and Mane, S.S. 2013. Nutritional management to combat leaf reddening in cotton. Journal Plant Disease Sciences, 8(1): 99-101.

Hebbar, K.B., Perumal, N.K., and Khadi, B.M. 2007. Photosynthesis and plant growth response of transgenic Bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.) hybrids under field condition. Photosynthetica, 45: 254-258.

Ikisan. 2004. Cotton: Crisis Management. www.ikisan.com.

Jabran, Khawar, Sami, U.A., Singh Chauhan, B., and Bakhsh, A. 2019. An introduction to global production trends and uses, history and evolution, and

genetic and biotechnological improvements in cotton. In: cotton production, Jabran, K., and Singh Chauhan, B (eds). John Wiley & Black well. 432p.

Khandagale, G., Bhosale, M., Bhamare, V., and Khandagale, V. 2011. Effect of nutrients on reddening of Bt and non Bt cotton hybrids Parbhani, Maharastra, India World Cotton Research Conference on Technologies for Prosperity, India.

Lawlor, D.W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. Journal of Experimental Botany, 53: 773–787.

Malakouti, M.J. 2000. Sustainable agriculture and improving the performance by optimizing the fertilizer usage in Iran. Karaj, Iran: Amoozesh Publication.460pp. (In Persian).

Malakouti, M.J., and Homaee, M. 2004. Soil fertility in arid and semiarid "problems and solutions". Tarbiat Modares University, Tehran. (In Persian).

Malakouti, M.A., and Tehrani, M.M. 2009. The role of micronutrients in improving yield and quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University Press, Tehran. 288 pages. (In Persian).

Malavolta, E., Nogueira, N.G.L., Heinrichs, R., Higashi, E.N., Rodríguez, V., Guerra, E., de Oliveira, S.C., and Cabral, C.P. 2004. Evaluation of Nutritional Status of the Cotton Plant with Respect to Nitrogen, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 35:7-8, 1007-1019.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. London. 236p.

Masram, R.S., Patil, A.A., Kadam, S.R., and Shewale, BY. 2015. Effect of fertilizer levels on leaf reddening in *Bt* and non-*Bt* cotton. An Asian Journal of Soil Science. 10(1):1-12.

Mengel. K., and Kirkby, E. A. 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Pub. Paperback, 849 pages.

.Nourgholipour, F. and Rezaei, H. 2010. Physiological Abnormality of Cotton Leaf, Third International Seminar on Oil Seeds and Edible Oils, Tehran, https://www.civilica.com/Paper-NOILP03-NOILP03_012.html. (In Persian).

Oosterhuis, D.M., and Weir, B. 2010. Foliar fertilization of cotton. In: Physiology of Cotton, Stewart, J.M., Oosterhuis, D., Heitholt, J.J., Mauney, J.R. (eds.). Springer Science+Business, DOI: 10.1007/978-90-481-3195-2-25.

Pagare, G.A., and Durge, D.V. 2010. Biochemical studies with reference to leaf reddening in Bt cotton. Annals of Plant Physiology, 24 (1): 1-3.

Pettigrew, W.T. 2016. Cotton photosynthetic regulation through nutrient and water availability . Journal of Cotton Science, 20:237-245.

Read, J. J., K. Raja Reddy, K R., and Jenkins, J N. 2006. Yield and fiber quality of Upland cotton as influenced by nitrogen and potassium nutrition. European journal of Agronomy, 24: 282–290.

Rezaei, H., and Malakouti, M.J. 1999. The necessity of optimal fertilizer application for quantitative and qualitative growth of cotton. Technical Issue 45. Agricultural Education Publication. (In Persian).

Santosh, U.N., Satyanarayana, R., Shantappa, D., Haleyapati, A.S., Koppalkar, B.G. 2014. Effect of leaf reddening management practices on sucking pests populations and yield of Bt cotton (*Gossypium hirsutum*) under irrigation. Bioinfolet, 11(1a): 105-108.

Shirani Rad, A.H. 2000. Crop Physiology Tehran Institute of Technology, Tehran. (In Persian).

Singh, D. 2004. Balancing cotton physiology to manage disorders like leaf reddening, boll and square drying and shedding through application of nutrients and PGRS. In Int. Symp. On strategies for sustainable cotton production – A Global Vision Crop Production, 23-25 Nov., UAS, Dharwad, Karnataka (India), pp. 309-315.

Singh, K., Rathore, P., and Gumber, R.K. 2015. Effects of foliar application of nutrients on growth and yield of Bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Bangladesh Journal of Botany, 44 (1): 9-14.

Vinayak Hosamani, V., Chittapur, B.M., Hosamani, V, and Hiremath, R. 2017. Leaf reddening enigma in bt cotton: a review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6: 3764-3772.

Velikova, V., Tsonev, T., Edreva, A., Gurel, A., and Hakerlerler, H. 2002. Effect of reddening of cotton (*Gossiypium hirsutum* L.) leaves on functional activity of photosynthetic apparatus. Photosynthetica, 40 (3): 449-452.

Zabihi, H., Ramazani Moghaddam, M.R., and Nourihosseini, S.M. 2014. Effects of different amount of N-fertilizer and irrigation water on yield and yield components of cotton. Iranian journal of cotton researches, 1(2): 43-55.