نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 32 / شماره 4 / 1397

10.22092/ijsr.2019.123357.394

ارزیابی تأثیر کود نانو کلات نیتروژن بر جوانه‌زنی و سبزینه گیاهچه نیشکر با استفاده از تصاویر دیجیتال

محمود علی‌محمدی، ابراهیم پناهپور[1] و عبدعلی ناصری

دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ m.alimohammadi@iauahvaz.ac.ir

دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ e.panahpour@iauahvaz.ac.ir

استاد گروه زهکشی، دانشکده علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران؛ Abdalinaseri@scu.ac.ir

دریافت : 97/7/10 و پذیرش: 97/10/10

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربرد کود نانوکلات نیتروژن بر تعدادی از ویژگی‌های گیاه نیشکر (رقم CP69-1062) و امکان‌سنجی استفاده از روش تجزیه و تحلیل تصویر دیجیتال برای تعیین درصد پوشش سبز گیاهچه نیشکر در سال 1396 در کشت و صنعت میرزاکوچک‌خان واقع در 65 کیلومتری جنوب غربی اهواز اجرا شد. قالب آماری آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی (RCB) با پنج تیمار و سه تکرار بود. سطح هر کرت 2 مترمربع انتخاب شد. در روز پانزدهم بعد از کشت، تیمارهای آزمایش در مزرعه اجرا شدند که شامل محلول‌پاشی غلظت‌های متفاوت از کود اوره (46 درصد نیتروژن) و نانو کلات نیتروژن (17 درصد نیتروژن) در سطح کرت‌های آزمایشی بود (تیمار T_0= بدون محلول‌پاشی (شاهد)، تیمار U_1= محلول‌پاشی اوره (غلظت 0/2 درصد)، تیمار U_2= محلول‌پاشی اوره (غلظت 0/3 درصد)، تیمار N_1= محلول‌پاشی نانو کلات نیتروژن (غلظت 0/4 درصد) و تیمار N_2= محلول‌پاشی نانو کلات نیتروژن (غلظت 0/6 درصد). شمارش هفتگی جوانه‌ها و نمونه‌برداری از گیاهچه‌ها (برای تعیین درصد نیتروژن برگ) به مدت 12 هفته ادامه یافت. در هر کرت آزمایشی عکس‌های دیجیتال به صورت هفتگی تهیه و با استفاده از نرم‌افزار Canopeo درصد پوشش گیاهی تعیین شد. بررسی‌ها نشان داد تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع گیاهچه‌ها تأثیر معناداری نداشتند ولی بر درصد جوانه‌زنی ($p \leq 0.05$)، درصد نیتروژن برگ و پوشش گیاهی گیاهچه‌ها ($p \leq 0.01$) تأثیرگذار بودند. مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی گیاهچه‌ها نشان دهنده اختلاف معناداری بین همه تیمارهای کودی نسبت به تیمار شاهد بود. بین غلظت‌های متفاوت اوره (تیمارهای U_1 و U_2) با محلول‌پاشی نانو کلات نیتروژن (تیمارهای N_1 و N_2) اختلاف معناداری دیده شد ($p \leq 0.01$). همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که میانگین تعداد جوانه‌زنی، درصد نیتروژن برگ و پوشش گیاهی در تیمار N_2 بیشترین مقدار است. همبستگی معناداری بین جوانه‌زنی هفتگی قلمه‌های نیشکر با پوشش گیاهی گیاهچه‌ها (خروجی نرم‌افزار) مشاهده شد ($R_2 = 90.67\%$).

واژه‌های کلیدی: کود اوره، نرم‌افزار Canopeo، محلول‌پاشی کود

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیتروژن یکی از عناصر غذایی پرمصرف در گیاهان زراعی است که در رشد کمی و کیفیت محصول تولیدی نقش دارد. نیتروژن در حدود یک درصد از کل ماده خشک گیاه را تشکیل می‌دهد و کمبود آن باعث کاهش ساخت سبزینه، اسیدهای آمینه و انرژی می‌شود که این موضوع بر رشد گیاه و عملکرد آن اثر مستقیم دارد (مایلهول و همکاران 2001). کودهای شیمیایی (معدنی) مانند اوره مهم‌ترین منبع تولید نیترات در زمین‌های کشاورزی هستند. نیتروژن معدنی به مقدار زیاد و سریع در محیط آزاد و جابجا می‌شود (شدریک و همکاران 2002، موزیر و همکاران 2004). بر اساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو، 2016) میزان تقاضای کودهای شیمیایی در سال 2014، بالغ بر 184 میلیون تن بوده است که این رقم در سال 2015 به حدود 186 میلیون تن رسید. اگر این رقم با رشد پیوسته و مداوم 1/6 درصد در سال افزایش پیدا کند، انتظار می‌رود که این رقم در پایان سال 2019 به 199 میلیون تن برسد.

بر اساس مطالعه انجام شده توسط صادقی پور مروی (1389) کارآیی مصرف کود در ایران بین 3 تا 22 درصد می‌باشد که نشان دهنده وضعیت نامطلوب مصرف کودهای شیمیایی در کشور است. نیشکر (*Saccharum Officinarum*) گیاهی چند ساله از تیره گندمیان است که جهت استخراج قند از ساقه آن کشت می‌شود. ساقه‌ی تازه نیشکر حدود 90 درصد عصاره دارد که حاوی 12 تا 17 درصد ساکاروز است. از هر تن ساقه‌ی نیشکر حدود 85 تا 110 کیلوگرم قند به دست می‌آید (عبداللهی 1388). با توجه به اثرات مضر کودهای شیمیایی بر محیط‌زیست و کیفیت محصولات کشاورزی، محققان به دنبال جایگزین‌های مناسب‌تری هستند. اعمال مدیریت آبیاری توأم با مدیریت کود (عباسی و همکاران 1391) و یا تغییر در ساختار کودها با استفاده از فن‌آوری‌های نوین می‌تواند نتایج مثبتی در کاهش آبشویی نیتروژن داشته باشد (کوی و همکاران 2006).

فن‌آوری نانو علم مربوط به اجزاء بسیار ریز است که در بسیاری از زمینه‌ها از جمله علوم زیستی کاربرد دارد. جوزف و موریسون (2006) فن‌آوری نانو را به عنوان گردهمایی اتم‌ها یا ملکول‌های منفرد برای ساختن موادی با ویژگی‌های جدید یا متفاوت از مواد اولیه تعریف کردند. بعضی از خصوصیات نانوذرات‌ها مانند سطح مخصوص بالا، ویژگی‌های مغناطیسی یکسان و وضعیت الکترونی خاص باعث شده این ذرات در مقایسه با مواد معمولی، واکنش‌پذیری بهتری داشته باشند (اگراول و راتور 2014). جایگزینی کودهای حاصل از نانوفناوری با کودهای شیمیایی موجب کاهش کمی آلایندگی مواد شیمیایی می‌شود که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است (مونریل 2010). به اعتقاد کوی و همکاران (2006) فناوری نانو می‌تواند موجب کاهش سرعت اتلاف عناصر غذایی کودها از طریق آبشویی و افزایش فراهمی آنها برای گیاه شود که در نهایت کاهش آلودگی پساب‌ها و آلودگی محیط‌زیست را به دنبال دارد (جانسون 2006).

کلات واژه‌ای یونانی و اصطلاحی در علم شیمی است که با در برگرفتن عنصری مانند نیتروژن، مانع آبشویی نیترات در شرایط مختلف و نامطلوب محیطی شده تا در طول فصل رشد در اختیار گیاه قرار گیرد (پارک و همکاران 2004). گزارش‌های زیادی در مورد اثرات سودمند استفاده از نانوکودها (شامل افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی، افزایش مقدار محصول و کاهش آلودگی خاک) وجود دارد (لیو و لال 2015). کودهای نانو به دلیل آن که در دسترس بودن عناصر غذایی برای برگ‌های گیاه را تسهیل می‌کنند، کارآیی مصرف کودها را بالا می‌برند (سوپال 2013). در بررسی کاربرد کودهای نانو با کود اوره توسط قاسمی و همکاران (2017) در گیاه برنج تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه بارور در هر بوته و ارتفاع ساقه برنج افزایش داشت. بنزون و همکاران (2015) در بررسی مصرف توأم کود نانو با کودهای معمول در زراعت گندم، تأثیر معناداری بر تعداد پنجه در هر بوته و تعداد پنجه بارور در هر بوته را گزارش کردند.

یکی از فن‌آوری‌های جدید تجزیه و تحلیل تصویر دیجیتال با استفاده از نرم‌افزارها است. در این پژوهش پوشش گیاهی با استفاده از نرم‌افزار Canopeo تعیین شد. این نرم‌افزار ابزار جدیدی است که توسط دانشگاه ایالتی اوکلاهاما[1] برای تجزیه و تحلیل تصاویر دیجیتالی ارائه شده است. این نرم‌افزار شدت رنگ تصویر را در سیستمی شامل رنگهای قرمز- سبز- آبی (R-G-B) ارزیابی می‌کند (پاترینانی و اوکسنر 2015). تجزیه تصویر در پیکسل‌های منتخب بر مبنای نسبت‌های رنگی قرمز/ سبز (R/G) و آبی/ سبز (B/G) انجام می‌شود (لیانگ و همکاران 2012). در نهایت خروجی نرم‌افزار پوشش سبز گیاهی را در دامنه‌ی صفر (بدون کانوپی کاور) تا 100 (کانوپی کاور کامل) نمایش می‌دهد.

[1] Oklahoma state university department of plant and soil science

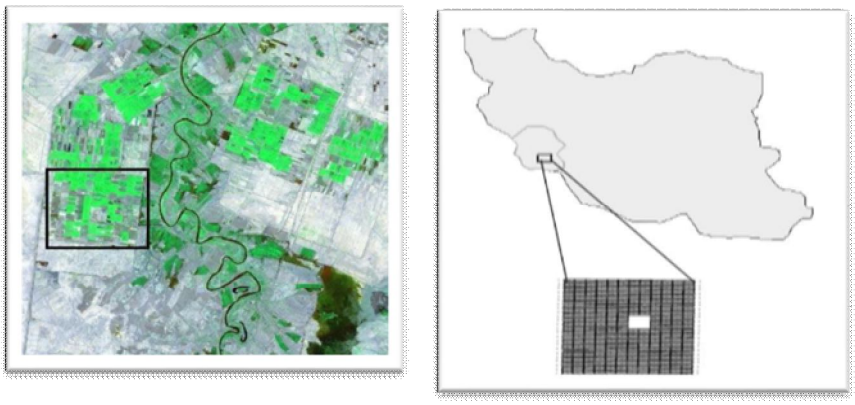
طی سال‌های گذشته در شرکت‌های تولیدکننده نیشکر، برای ارزیابی عملیات کشت، فعالیت ویژه‌ای با عنوان نمره‌دهی صورت می‌گیرد. این فعالیت‌ها معمولاً حدود 2-1 ماه بعد از کشت انجام می‌شود و مزارع کشت شده ارزشیابی و به صورت مقادیر کمی بیان می‌شوند. اکثر فعالیت‌های مورد نظر بر پایه مهارت کارشناسی و مشاهدات تجربی صورت می‌گیرد و بدین ترتیب نتایج ارزیابی وابستگی جدی به نیروی انسانی دارد.

اهداف پژوهش

الف- بررسی تأثیر کاربرد غلظت‌های مختلف کود نانوکی‌لیت نیتروژن روی بعضی از ویژگی‌های گیاه نیشکر در مقایسه با کود اوره معمولی (جوانه‌زنی اولیه، درصد نیتروژن گیاهچه و درصد پوشش سبز گیاهچه).

ب- امکان‌سنجی استفاده از روش تجزیه و تحلیل تصویر دیجیتال برای تعیین درصد پوشش سبز گیاهچه نیشکر و یافتن رابطه‌ای با وضعیت جوانه‌زنی قلمه‌های نیشکر.

محل اجرا:



شکل 1- موقعیت جغرافیایی مزارع شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک خان

این پژوهش در سال 1396 در کشت و صنعت نیشکری میرزاکوچک‌خان که در 65 کیلومتری جنوب اهواز (غرب کارون) قرار دارد، اجرا شد. مختصات جغرافیایی این منطقه عبارت است از: حد شمالی 30 درجه و 58 دقیقه، حد جنوبی30 درجه و 51 دقیقه، حد شرقی 48 درجه و 19 دقیقه (رودخانه کارون)، حد غربی 48 درجه و12 دقیقه (جاده اهواز- خرمشهر). ارتفاع از سطح دریا منطقه 4-2 متر، رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه به ترتیب آریدیک[1] و هیپرترمیک[2] و خاک بدون ساختمان یا دارای ساختمان ضعیف و اولیه است (مهندسین مشاور یکم 1369). بر اساس آمار 10 ساله ایستگاه هواشناسی کشت و صنعت، میانگین دمای روزانه 24/9 درجه سلسیوس و گرمترین ماه سال، تیرماه با حداکثر دمای 51/2 درجه سلسیوس، میانگین بارندگی سالیانه 155 میلی‌متر و میانگین تبخیر تجمعی سالیانه 3024 میلی‌متر است.

مواد و روش‌ها

گیاه مورد بررسی، نیشکر رقم CP69-1062 بود که در تابستان (تاریخ 1396/06/03) به صورت دو ردیفه و به روش دستی کشت شد (شکل 2). آزمایش در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی (RCB) با پنج تیمار و سه تکرار اجرا شد. سطح هر کرت 2 مترمربع (1 متر در 2 متر) انتخاب شد. قبل از کشت قلمه‌های نیشکر، جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری در هر کرت از عمق‌های 30-0، 60-30 و90-60 سانتی‌متری انجام شد. تجزیه‌های شیمیایی شامل تعیین قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe)، اسیدیته گل‌اشباع (pHp)، نسبت سدیم جذبی(SAR)، غلظت کاتیون‌ها (سدیم، کلسیم و منیزیم) و آنیون‌ها (کلر، سولفات، کربنات و بیکربنات) بود. بعد از مرحله هوا خشک و عبور نمونه‌های خاک از الک 2 میلی‌متری، گل اشباع تهیه و پس از گذشت 24 ساعت عصاره‌گیری انجام شد. تجزیه‌های فیزیکی خاک شامل تعیین دانه‌بندی ذرات جامد و بافت خاک به روش هیدرومتری (ASTM 152) بود. جهت تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌های مختلف، نمونه‌های دست‌نخورده با استفاده از

[1]. Aridic
[2]. Hyper thermic

استوانه‌های نمونه‌برداری تهیه و جرم مخصوص ظاهری محاسبه شد.

بعد از کشت قلمه‌ها، وضعیت جوانه‌زنی در کرت‌های آزمایشی به صورت روزانه بررسی شد. جوانه‌زنی از روز دهم بعد از کشت شروع شد.

شکل 2- الگوی کشت نیشکر دو ردیفه

در روز پانزدهم بعد از کشت، تیمارهای آزمایش در مزرعه اجرا شدند. این تیمارها شامل محلول‌پاشی غلظت‌های متفاوت از کود اوره (46 درصد نیتروژن) و نانو کلات نیتروژن (17 درصد نیتروژن) در سطح کرت‌های آزمایشی بود.

تیمار T_0 = بدون محلول‌پاشی (شاهد)

تیمار U_1= محلول‌پاشی کود اوره (غلظت 0/2 درصد)

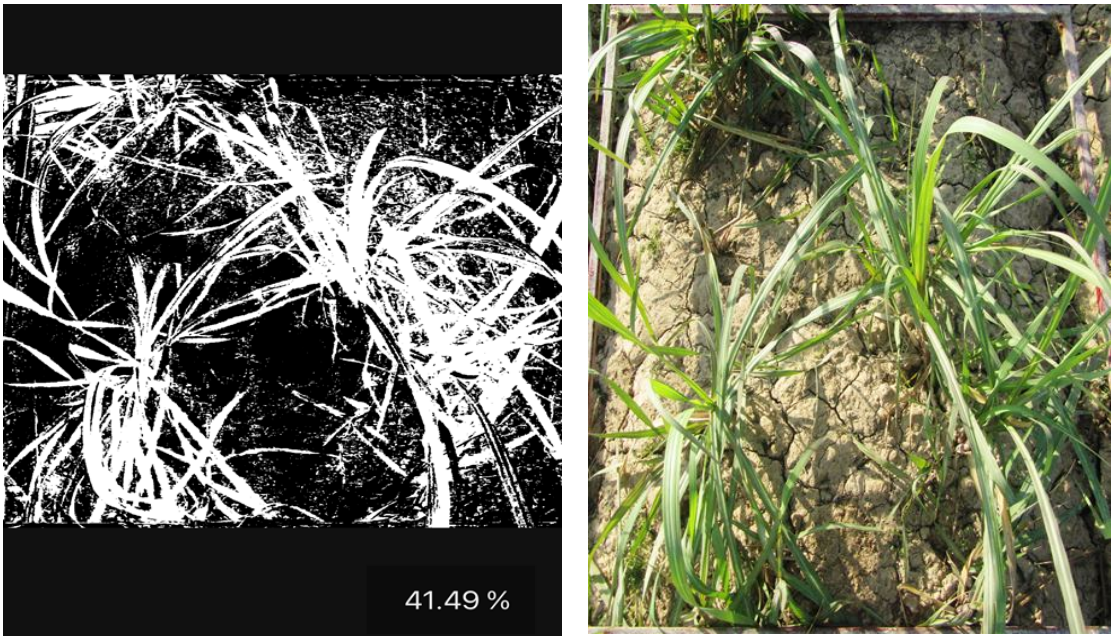
تیمار U_2= محلول‌پاشی کود اوره (غلظت 0/3 درصد)

تیمار N_1= محلول‌پاشی کود نانو کلات نیتروژن (غلظت 0/4 درصد)

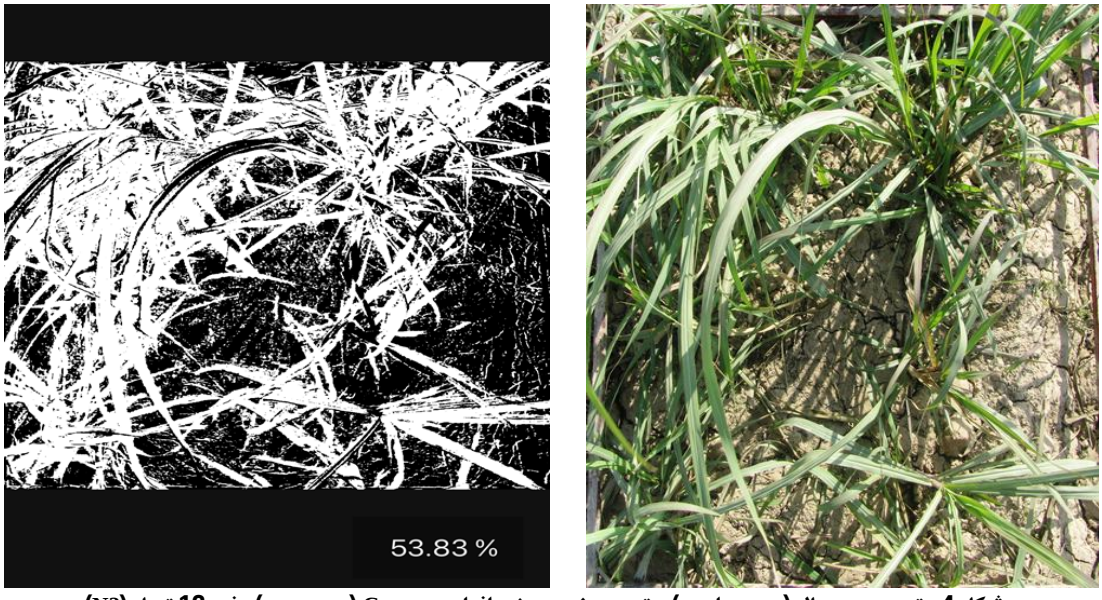
تیمار N_2= محلول‌پاشی کود نانو کلات نیتروژن (0/6 درصد)

در مراحل بعد شمارش جوانه‌ها، تصویربرداری دیجیتال از کرت‌ها (جهت تعیین درصد پوشش گیاهی) و نمونه‌برداری از گیاهچه‌ها به صورت هفتگی جهت تعیین درصد نیتروژن برگ (به روش کجلدال[1]) انجام و به مدت 12 هفته ادامه یافت. برای تعیین نیتروژن برگ، نمونه‌ها بعد از شستن با آب مقطر در دمای 65 درجه سلسیوس به مدت 24 ساعت خشک و سپس آسیاب شدند و درصد نیتروژن موجود در نمونه‌ها تعیین شد. در این پژوهش پوشش گیاهی با استفاده از نسخه اندروید نرم‌افزار Canopeo تعیین شد. خروجی نرم‌افزار پوشش سبز گیاهی را در دامنه‌ی صفر (بدون کانوپی کاور) تا 100 (کانوپی کاور کامل) نمایش می‌دهد. تصاویر دیجیتالی که به صورت هفتگی از کرت‌های آزمایشی با استفاده از دوربین دیجیتال گرفته شده بودند به تلفن همراه منتقل شدند و درصد پوشش گیاهی برای هر تصویر تعیین شد. به عنوان مثال در شکل‌های (3) و (4) تصویر دیجیتال و خروجی نرم‌افزار به ترتیب برای تیمار شاهد و تیمار N_2 (کود نانوکی‌لیت نیتروژن غلظت 0/4 درصد) در هفته دوازدهم ارائه شده است. در این تصاویر درصد پوشش گیاهی 46/0 و 49/7 است. هنگام استفاده از این نرم‌افزار باید تلفن همراه یا دوربین دیجیتال موازی سطح زمین و فاصله آن از زمین بیشتر از 2 فوت (60 سانتی‌متر) باشد. عکس‌برداری به مدت 12 هفته ادامه یافت.

[1] Kejeldal method



شکل 3- تصویر دیجیتال (سمت راست) و تصویر خروجی نرم‌افزار Canopeo (سمت چپ) در هفته 12 تیمار شاهد (T_0)



شکل 4- تصویر دیجیتال (سمت راست) و تصویر خروجی نرم‌افزار Canopeo (سمت چپ) هفته 12 تیمار (N2)

روش آبیاری نیشکر در استان خوزستان جوی و پشته‌ای است و آب آبیاری مورد نیاز پژوهش از رودخانه کارون تأمین شد. در هر نوبت آبیاری نمونه‌برداری از آب جهت انجام تجزیه‌های شیمیایی و تعیین کیفیت آب انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری نتایج اندازه‌گیری‌ها و داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel انجام شد.

نتایج

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج حاصل از تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در جدول (1) ارائه شده است.

جدول 1- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

ویژگی		عمق خاک (Cm) 0-30	30-60	60-90
شن (%)		36	35	29
سیلت (%)		32	23	41
رس (%)		32	42	30
بافت		لومی رسی	رسی	لومی رسی
جرم مخصوص ظاهری ($Mg\ m^{-3}$)		1/43	1/47	1/56
هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($dS\ m^{-1}$)		2/9	3/1	3/5
اسیدیته گل اشباع		7/94	7/90	7/88
کاتیون‌ها ($meq\ L^{-1}$)	سدیم	21/8	17/4	17/91
	کلسیم	7/9	9/4	11/1
	منیزیم	4/6	5/5	5/30
آنیون‌ها ($meq\ L^{-1}$)	کربنات	0/0	0/0	0/00
	بیکربنات	1/6	1/4	1/30
	سولفات	11/4	17/5	19/0
	کلرید	20/7	14/5	16/90
نسبت سدیم جذبی (SAR)		8/7	6/4	6/3

ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری

در هر نوبت آبیاری، نمونه‌برداری آب انجام شد که نتایج آنالیز آن به شرح زیر است (جدول 2).

جدول 2- ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

ویژگی	نسبت سدیم جذبی	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	سدیم	کلسیم	منیزیم	کربنات	بیکربنات	کلر	سولفات
			($meq\ L^{-1}$)						
مقدار	7/92	2/56	16/5	4/40	4/38	0/0	1/05	17/21	7/11

وضعیت جوانه‌زنی قلمه‌های نیشکر

جوانه‌زنی قلمه‌های نیشکر در کرت‌های آزمایشی ده روز بعد از کشت (13 شهریور 1396) آغاز شد. شمارش جوانه‌ها به صورت هفتگی تا 12 هفته ادامه یافت (جدول 3).

جدول 3- میانگین شمارش هفتگی جوانه های سبز شده در تیمارهای آزمایش

هفته	تیمار T_0 (شاهد)	تیمار U_1	تیمار U_2	تیمار N_1	تیمار N_2
جوانه اولیه	2	1	2	2	1
هفته اول	3	2	4	4	4
هفته دوم	5	6	7	6	8
هفته سوم	10	10	10	11	13
هفته چهارم	14	13	14	15	18
هفته پنجم	17	17	18	19	22
هفته ششم	18	18	22	22	25
هفته هفتم	21	21	24	24	28
هفته هشتم	22	23	26	27	29
هفته نهم	24	25	27	29	31
هفته دهم	26	27	29	30	32
هفته یازدهم	27	27	29	31	32
هفته دوازدهم	28	28	30	32	34

درصد نیتروژن برگ گیاهچه‌های نیشکر

نتایج حاصل از تعیین درصد نیتروژن برگ در گیاهچه‌های نیشکر در جدول شماره (4) ارائه شده است.

جدول 4- میانگین درصد نیتروژن برگ گیاهچه‌ها در تیمارهای آزمایش

هفته	تیمار T_0 (شاهد)	تیمار U_1	تیمار U_2	تیمار N_1	تیمار N_2
جوانه اولیه	1/21	1/20	1/19	1/20	1/20
هفته اول	1/20	1/21	1/22	1/23	1/25
هفته دوم	1/22	1/24	1/24	1/26	1/30
هفته سوم	1/25	1/26	1/27	1/32	1/35
هفته چهارم	1/25	1/29	1/29	1/33	1/38
هفته پنجم	1/28	1/31	1/33	1/36	1/42
هفته ششم	1/28	1/31	1/35	1/40	1/50
هفته هفتم	1/30	1/33	1/36	1/43	1/52
هفته هشتم	1/31	1/34	1/38	1/46	1/55
هفته نهم	1/33	1/35	1/40	1/49	1/58
هفته دهم	1/34	1/38	1/43	1/52	1/61
هفته یازدهم	1/35	1/39	1/43	1/54	1/62
هفته دوازدهم	1/36	1/40	1/44	1/55	1/63

درصد پوشش گیاهی گیاهچه‌های نیشکر (Canopy Cover)

در جدول (5) نتایج بدست آمده از نرم‌افزار در هفته‌های متوالی برای کرت‌های آزمایشی بیان شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

تجزیه واریانس ویژگی‌های گیاهی (جوانه‌زنی، درصد نیتروژن گیاهچه‌ها و درصد پوشش گیاهی بر اساس نرم‌افزار) تحت تأثیر تیمارهای کودی (اوره – نانوکی‌لیت نیتروژن) در جدول (6) ارائه شده است.

تیمارهای آزمایشی (محلول‌پاشی کود نانو کلات نیتروزن – کود اوره) بر ارتفاع گیاهچه‌ها تأثیر معناداری نداشته ولی بر سایر ویژگی‌ها در سطح پنج درصد ($p \leq 0.05$) و یک درصد ($p \leq 0.01$) تأثیرگذار بوده است. در مورد ارتفاع گیاهچه نیشکر و درصد جوانه‌زنی قلمه‌های نیشکر این نتیجه به ترتیب متفاوت و مشابه با گزارش قاسمی و همکاران (1396) در مورد تأثیر کاربرد کود اوره (با ذرات نانو پتاسیم) بر ارتفاع دو رقم گیاه برنج (طارم محلی و هاشمی) و وضعیت پنجه‌زنی آنها است. رز و همکاران (2015) هم به رابطه معناداری بین کاربرد کود اوره همراه با ترکیبات نانو و تعداد پنجه های محصول‌ده برای گیاه برنج رسیدند. مانیکاندا و سوبرامانیان (2016) هم افزایش ارتفاع نهایی گیاه ذرت را با کاربرد نانواوره در مقایسه با اوره معمولی گزارش کردند ولی این تفاوت در اوائل دوره رشد معنادار نبود. در این تحقیق همچنین درصد نیتروژن گیاهچه‌های ذرت در تیمار کود نانو کلات نیتروژن تفاوت معناداری نسبت به اوره معمولی نشان داده است. جونرونگ و همکاران (2002) افزایش درصد نیتروژن کل در نیشکر با کاربرد کود نانو زئولیت را گزارش کردند. محلول‌پاشی نانو اوره (1/8 kg ha^{-1} N) در مقایسه با محلول‌پاشی اوره معمولی (16/3 kg ha^{-1} N)، باعث بهبود کمیت و کیفیت محصول انار (*Punica granatum* cv. Ardestan) شد (داورپناه و همکاران 2017).

برای درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها، درصد نیتروژن برگ گیاهچه‌ها و درصد پوشش گیاهی گیاهچه‌ها (خروجی نرم‌افزار) میانگین‌ها با آزمون دانکن[1] مقایسه شدند که نتایج آن در جدول شماره (7) بیان شده است.

1. Duncan

جدول 5- میانگین درصد پوشش گیاهی گیاهچه‌های نیشکر در هفته‌های متوالی (خروجی نرم‌افزار)

هفته	تیمار T_0 (شاهد)	تیمار U_1	تیمار U_2	تیمار N_1	تیمار N_2
جوانه اولیه	0/21	0/2	0/2	0/2	0/2
هفته اول	2/7	2/7	2/7	2/7	2/7
هفته دوم	5/2	5/8	6/5	6/6	6/3
هفته سوم	10/5	11/3	13/3	13/4	14/5
هفته چهارم	17/5	17/7	18/6	18/5	19/2
هفته پنجم	22/4	23/8	25/1	25/9	26/8
هفته ششم	28/6	30/6	32/0	32/0	35/6
هفته هفتم	33/4	35/4	39/2	39/6	42/4
هفته هشتم	37/5	39/2	42/8	42/3	45/1
هفته نهم	39/4	41/0	44/4	45/4	47/9
هفته دهم	41/6	43/7	45/8	46/4	48/8
هفته یازدهم	41/1	45/1	46/3	48/8	50/2
هفته دوازدهم	41/5	46/0	48/2	52/0	53/8

جدول 6- تجزیه واریانس (ANOVA) ویژگی‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در این پژوهش

منابع تغییر	درجه آزادی (df)	جوانه‌زنی	درصد نیتروژن	ارتفاع گیاهچه	درصد پوشش گیاهی
تیمار (کود)	4	0/02 *	0/00**	0/266 ns	0/00**
تکرار	2	0/41 ns	0/34 ns	0/86 ns	0/87 ns
خطا	8				
کل	15				

** = اختلاف معنادار در سطح یک درصد * = اختلاف معنادار در سطح پنج درصد ns = اختلاف معنادار نیست

جدول 7- مقایسه میانگین ویژگی‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در این پژوهش (آزمون Duncan)

تیمارها	جوانه‌زنی	درصد نیتروژن گیاهچه	درصد پوشش گیاهی
شاهد (T_0)	18/08 d	1/39 e	26/80 d
U_1	18/16 d	1/42 d	28/54 c
U_2	20/17 c	1/45 c	30/42 c
N_1	21/0 b	1/51 b	31/15 b
N_2	23/08 a	1/58 a	32/70 a

نتایج نشان داد که:

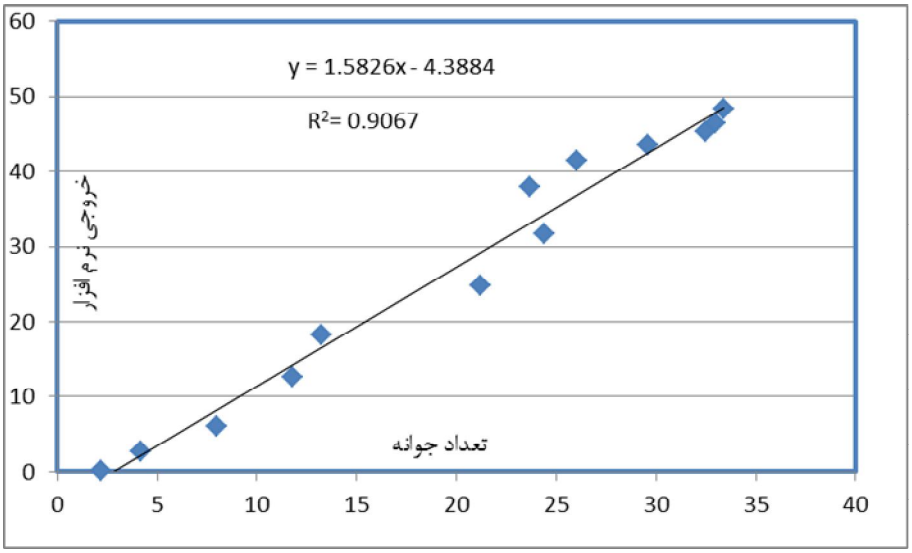
1- محلول‌پاشی کود اوره با غلظت 0/2 درصد (تیمار U_1) در مقایسه با تیمار شاهد بر وضعیت جوانه‌زنی قلمه‌ها تأثیر معناداری نداشت اما محلول‌پاشی کود اوره با غلظت 0/3 درصد (تیمار U_2) و کود نانو کلات نیتروژن با غلظت‌های 0/4 درصد و 0/6 درصد (به ترتیب تیمارهای N_1 و N_2) از نظر آماری بر این ویژگی تأثیرگذار بوده‌اند. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد بیشترین تأثیر مربوط به تیمار محلول‌پاشی نانو کلات نیتروژن با غلظت 0/6 درصد (تیمارN_2) است و پس از آن تیمارهای (N_1) و (U_2) تأثیرگذار بوده‌اند.

2- در مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تیمار محلول‌پاشی کود اوره با غلظت 0/2 درصد (تیمار U_1) بر درصد نیتروژن برگ گیاهچه‌ها مشابه تیمار شاهد بوده است اما سه تیمار آزمایشی دیگر (تیمارهای U_2، N_1 و N_2) در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معناداری داشتند. تیمار کود نانو کلات نیتروژن با غلظت 0/6 درصد (N_2) دارای بیشترین میانگین بود (1/60[a] درصد). میانگین سایر تیمارها به ترتیب کاهشی شامل (N_1) و (U_2) شدند.

3- مقایسه میانگین درصد پوشش گیاهی گیاهچه‌ها (خروجی نرم‌افزار Canopeo) نشان دهنده اختلاف معناداری بین همه تیمارهای کودی نسبت به تیمار شاهد است. این مقایسه بین محلول‌پاشی غلظت‌های متفاوت

کود اوره (U_1 و U_2) اختلاف معناداری را نشان نمی‌دهد ولی تیمارهای محلول‌پاشی نانو کلات نیتروژن (N_1 و N_2) با هم اختلاف معناداری دارند ($p \leq 0.01$). بیشترین میانگین مربوط به تیمار کود نانو کلات نیتروژن با غلظت 0/6 درصد (N_2) و برابر با 49/7 [a] درصد است. میانگین این فاکتور برای تیمارهای (N_1)، (U_2)، (U_1) و شاهد (T_0) به ترتیب برابر با 48/73 [b]، 48/0 [c]، 47/53 [c] و 47/95 [d] بدست آمد.

4- همبستگی معناداری بین جوانه‌زنی هفتگی قلمه‌ها با پوشش گیاهی گیاهچه‌ها (خروجی نرم‌افزار) مشاهده شد (شکل 4). با توجه به این همبستگی (R^2 = 90.67%) و استفاده از تکنیک عکس‌برداری دیجیتال و نرم‌افزار در مزارع کشت جدید نیشکر می‌توان برآورد قابل قبولی از وضعیت جوانه‌زنی قلمه‌ها در دوره‌های زمانی متوالی و مشخص بدست آورد که در مقایسه با روش متداول (شمارش جوانه ها در سطح مزرعه)، دقیق‌تر و سریع‌تر است. یانگ و همکاران (2017) با استفاده از روش آنالیز تصویر دیجیتالی (نرم‌افزار Canopeo) مقدار بیوماس گیاه سورگم را از روی درصد پوشش سبز گیاه برآورد کردند و این روش را به عنوان جایگزین مناسبی برای روش سنتی (نمونه‌برداری گیاه) پیشنهاد نمودند. لامرانی و همکاران (2018) اپلیکیشن تلفن همراه (App) را برای تعیین مقدار بقایای گیاهی باقیمانده بر سطح مزارع ذرت و سویا به کار بردند و همبستگی معناداری بین این روش و روش سنتی گزارش کردند (R^2 = 0.86).



شکل 5- رابطه همبستگی بین خروجی نرم‌افزار Canopeo با تعداد جوانه شمارش شده

نتیجه‌گیری نهایی

1) نتایج این بررسی نشان داد کاربرد کود نانو کلات نیتروژن با غلظت 0/6 درصد (N_2) نسبت به سایر تیمارها می‌تواند باعث تحریک بیشتر جوانه‌زنی قلمه‌های نیشکر (رقم CP69-1062) و افزایش درصد نیتروژن گیاهچه‌ها و گسترش سریع‌تر درصد پوشش گیاهی در مراحل اولیه رشد نیشکر شود.
2) در حال حاضر محدودیت‌های روش مشاهده‌ای که برای نمره‌دهی عملیات کشت در کشت و صنعت‌های نیشکری استفاده می‌شود شامل خطاهای انسانی، عدم امکان مقایسه نتایج در سال‌ها و مکان‌های متفاوت و عدم امکان تعریف مشخصی برای نقاط خاص در مزرعه (عوارض طبیعی، لکه‌های شوری و بدسبزی در سطح مزرعه) است. بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود بررسی‌های تکمیلی جهت جایگزین کردن روش آنالیز تصاویر دیجیتال (استفاده از نرم‌افزارهایی مانند Canopeo) به جای روش مرسوم (مشاهده‌ای) انجام شود.

فهرست منابع:

1. صادقی‌پور مروی، م. 1389. راندمان مصرف کود در ایران. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود10 تا 12 اسفند ماه. تهران.
2. عباسی، ع.، ع. م. لیاقت و ف. عباسی. 1391. بررسی آبشویی عمقی نیترات تحت شرایط کود-آبیاری جویچه‌ای ذرت. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد26، شماره 4، صفحه‌های 842 تا 853.
3. عبداللهی، ل. 1388. بازنگری در روش‌های مدیریت آبیاری و کوددهی نیشکر با استفاده از تجربیات خارجی و مدل‌های گیاهی. مجله علمی ترویجی نیشکر. سال ششم. شماره 10. صفحه‌های 33 تا 37.
4. مهندسین مشاور یکم، تهران 1369. مطالعات اولیه آبیاری و زهکشی، کشت و صنعت‌های امیرکبیر و میرزاکوچک خان.
5. Agrawal, S. and P. Rathore. 2014. Nanotechnology. Pros and cons to agriculture: A review. Intl. Appl. Sci. 3:43–55.
6. Benzon, H. R. L., M. R. U. Rubenecia and S.C. Lee. 2015. Nano-fertilizer affects the growth, development and chemical properties of wheat. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 7, 105-117.
7. Cui, H., C. Sun, Q. Liu, J. Jiang and W. Gue. 2006. Applications of nanotechnology in agrochemical formulation, perspectives, challenges and strategies. Pages 1-6. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing. China.
8. Davarpanah, S., A. Tehrani and G. Davarynejad. 2017. Effects of foliar nano-nitrogen and Urea fertilizer on the physical and chemical properties of Pomegranate (punica granatum cv. Ardestani) fruits. Hortscience 52(2): 288-294.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. World fertilizer trends and outlook to 2019. Rome.
10. Ghasemi, M., G. Normokamadi, H. Madani, H. Heidari, H. R. Mobasser. 2017. Two Iranian Rice Cultivars' Response to Nitrogen and Nano-Fertilizer. Open journal of Ecology, 7, 591-631. doi: 10.4236/ oje. 2017.710040.
11. Johnson, A. 2006. Agriculture and nanotechnology. Ward and Dutta, University of Wisconsin-Madison.
12. Joseph, T. and M. Morrison. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food Institute of Nanotechnology. A Nanoforum report, retrieved from http://www. nanoforum.org/dateien/temp/ nanotechnology.
13. Junrungrean, S. P. Limtong, K. Wattanaprapat and T. Patsarayeangyong. 2002. Effect of Zeolite and chemical fertilizer on the change of physical and chemical properties Latya soil series for sugarcane. 17th WCSS, 14-21 August 2002, Thailand. 1897; 1-7.
14. Laamrani, A., R. P. Lara, A. A. Berg, D. Brason and P. Joosse. 2018. Using a mobile device "App" and proximal remote sensing technologies to assess soil cover fractions on agricultural fields. Sensors 18(3):708. DOI: 10.3390/s18030708.
15. Liang, L., M.D. Schwartz and S. Fei. 2012. Photographic assessment of temperate forest understory phenology in relation to springtime meteorological drivers. Int. J. Biometeorol. 56:343–355. doi: 10.1007/ s00484-011-0438-1
16. Liu, R. and R. Lal, 2015. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. A review. Science of the total Environment, 514, 131-139. DOI:10.1016/j.scitotenv.2015.01.104
17. Mailhol, J. C., P. Ruelle and I. Nemeth. 2001. Impact of fertilization practices on nitrogen leaching under irrigation. Irrigation Science, 20, 139-147.

18. Manikandan, A. and K. S. Subramanian. 2016. Evaluation of Zeolite Based Nitrogen Nano-fertilizers on Maize Growth, Yield and Quality on Inceptisols and Alfisols. International Journal of Plant and Soil Science, 9(4): 1-9. ISSN: 2370-7035.
19. Monreal, C. M. 2010. Nano-fertilizers for increased N and P use efficiencies by crops. Pages 12-13. In: Monreal Summary of Information Currently Provided to MRI Concerning Applications for Round 5 of the Ontario Research Fund- Research Excellence Program.
20. Mosier, A. R., J. K. Syers and J. R. Freney. 2004. Agriculture and the Nitrogen Cycle: Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the environment. Washington DC, Island Press, USA.
21. Park, M. C., Y. Kim and D. H. Lee. 2004. Intercalation of magnesium-urea complex into swelling clay. Journal of Physics and Chemistry of Solids 65 (2-3): 409–412.
22. Rose, H., L. Benzon, M. Rosna, U. Rubenecia, V. U. Ultra, J. Sang and C. Lee. 2015. Nano-fertilizer affects the growth, development and chemical properties of rice. International journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR). Vol, 7. No. 1, p. 105-117. ISSN online: 2225-3610.
23. Sheldrick, W. F., J. K. Syers and J. Lingard. 2002. A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 62: 61-72.
24. Suppan, S. 2013. Nanomaterials in soil: Our future food chain? The institute of agriculture and trade policy, Minneapolis, MN.
25. Yung, S. S., S. C. Choi, R. R. Silva, J. W. Kang and C. Kim. 2017. Case study: Estimation of sorghum biomass using digital image analysis with Canopeo. Biomass and Bioenergy.

Evaluation of the Effect of Nano-Nitrogen Chelate Fertilizer on Germination and Green Cover of Sugarcane Seedlings by Digital Images

M. Alimohammadi, E. Panahpour[1], and A. A. Nseri

PhD student of Soil Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; E-mail: m.alimohammadi@iauahvaz.ac.ir

Associate Professor, Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; E-mail: e.panahpour@iauahvaz.ac.ir

Professor, Dept. of Drainage, Faculty of Water Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran; E-mail: Abdalinaseri@scu.ac.ir

Received: October, 2018 and Accepted: December, 2018

Abstract

The purpose of the study was to investigate the effect of nano-nitrogen chelate fertilizer application on a number of sugarcane characteristics (cultivar CP69-1062) and the feasibility of using digital image analysis method to determine the percentage of sugarcane seedlings green cover. The research was conducted at Mirza Kuchak Khan Aagro-industry Corporation located 65 km southwest of Ahwaz, Iran, in 2017.Statistical design was randomized complete block with five treatments and three replications. On the 15th day after cultivation, treatments were carried out in the field and included spraying different concentrations of urea fertilizer and nano-nitrogen chelate: T_0= without fertilizer spraying (control), U_1= urea spraying (concentration 0.2%), U_2= urea spraying (concentration 0.3%), N_1= nano-nitrogen chelate spraying (concentration 0.4%), and N_2= nano-nitrogen chelate spraying (concentration 0.6%). Counts of buds and seedling sampling (to determine leaf nitrogen percentage) continued weekly for 12 weeks. In each experimental plot, digital photos were taken weekly and the green vegetation cover in these images was determined by Canopeo software. The results showed that experimental treatments did not have significant effect on seedling height, but had significant effects on germination percentage ($p \leq 0.05$), leaf nitrogen, and seedling vegetation ($p \leq 0.01$). Comparison of average vegetation percentage of seedlings by Duncan method showed a significant difference between all treatments compared to the control. Comparison of average vegetation percentage of seedlings showed significant differences ($p \leq 0.01$) between all treatments compared to the control. There was significant difference between U_1 and U_2 treatments with N_1 and N_2 treatments. Also, the highest mean for germination number, leaf nitrogen content, and vegetation percentage was observed in N_2 treatment. Significant correlation (R^2 = 90.67%) was observed between weekly germination of sugarcane with green vegetation of seedlings, which can be used for grading sugarcane cultivation.

Keywords: Urea fertilizer, Canopeo software, Fertilizer spraying

[1]. Corresponding authors: Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.