# تهیه نقشه وضعیت نیتروژن در مزارع نیشکر با نرم افزار ArcGIS

**حسن مسعودی [۱*]، علی لطفی گراوند [۲] و سیده عارفه حسینی [۳]**

۱. استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ایمیل: hmasoudi@scu.ac.ir
۲. دانشجوی سابق کارشناسی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ایمیل: a.lotfigravand73@gmail.com
۳ . دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ایمیل: aarefeh.hossaini@gmail.com

**چکیده**

با توجه به اینکه نیشکر بعنوان یکی از محصولات عمده کشاورزی در استان خوزستان بوده و در سطح وسیع کشت می شود، مدیریت دقیق اعمال کود نیتروژن برای این محصول می تواند کمک شایانی به بهینه نمودن مصرف کود ازته و حفظ محیط زیست نموده و باعث جلوگیری از آلوده شدن آب های زیرزمینی گردد. لذا تهیه نقشه دقیق وضعیت نیتروژن در مزارع نیشکر برای پیاده سازی سامانه های کشاورزی دقیق در آنها ضروری است. در پژوهش حاضر با هدف تهیه نقشه های وضعیت نیتروژن در مزارع نیشکر، از سه مزرعه مختلف شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی که در آن‌ها نیشکر با واریته cps۱۰۶۲-۹ در زمان های متفاوت کشت شده بود، نمونه برداری به عمل آمد. از یک دستگاه GPS دستی برای ثبت مختصات جغرافیایی نقاط نمونه گیری استفاده شد. با استفاده از یک دستگاه کلروفیل‌متر دستی، میزان شاخص کلروفیل برگ در هر نقطه در سه تکرار اندازه‌گیری شد. پس از آماده سازی و خشک کردن نمونه ها در آون الکتریکی، مقدار رطوبت برگ و غلاف تعیین گردید و میزان نیتروژن برگ گیاه با روش کجلدال اندازه گیری شد. در هر سه مزرعه برای چهار خصوصیت نیتروژن، کلروفیل، رطوبت برگ و رطوبت غلاف، نقشه های وضعیت با استفاده از نرم افزار Arc GIS و روش درون یابی spline تهیه شد. مطابق نتایج، وضعیت نیتروژن در مزرعه اول دارای یکنواختی بالایی بود و از آنجایی که این مزرعه دوره سنی بالاتری داشت می توان گفت با رشد بیشتر محصول، جذب نیتروژن آسان تر و یکنواخت تر می شود. تقریباً در تمامی مزارع مقدار نیتروژن با کلروفیل دارای سطح همبستگی پایینی بود. در مزارع اول و دوم توزیع نیتروژن و رطوبت غلاف دارای همبستگی بالایی بود. اگر تاثیر مزرعه سوم را به دلیل ضعیف بودن گیاه در نظر نگیریم، می توان گفت که میزان رطوبت غلاف و وضعیت نیتروژن حاصل از روش مخرب دارای همبستگی بالایی می باشند.

**کلمات کلیدی:** مزرعه نیشکر، نقشه وضعیت نیتروژن، مختصات جغرافیایی، درون یابی، آزمایش کجلدال.

[*] نویسنده مسئول: حسن مسعودی، خوزستان، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، تلفکس: ۰۶۱۳۳۳۶۴۰۵۷

# Preparation of Nitrogen Status Map in Sugarcane Fields using ArcGIS Software

**Hassan Masoudi [1*], Ali Lotfi Gravand [2] and Seyedeh Arefeh Hosseini [3]**

1- Assistant professor, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: hmasoudi@scu.ac.ir
2- Former B.Sc. student, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: a.lotfigravand73@gmail.com
3- Former M.Sc. student, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. Email: aarefeh.hossaini@gmail.com

***ABSTRACT***

Since sugarcane is one of the main products of agriculture in Khuzestan province and is widely cultivated, accurate management of nitrogen fertilizer application for this product can help to optimize the use of N fertilizer and protect the environment and prevent groundwater's pollution. Therefore, accurate mapping of nitrogen status in sugarcane fields is necessary for the implementation of precision farming systems. In this research, with the aim of preparing nitrogen status maps in sugarcane fields, three different farms were selected in Debal Khozaie sugarcane agro-industry company, Khuzestan, Iran; where cps9-1062 variety of sugarcane had been cultivated at different times. A handheld GPS device was used to record the geographic coordinates of the sampling points. The leaf chlorophyll index was measured at each point in three replications using a handheld chlorophyll meter. After preparing and drying of the specimens in an electric oven, the moisture content of leaves and pods were determined and the nitrogen content of the leaves was measured by Kjeldahl method. In all three farms, for four characteristics including nitrogen, chlorophyll, leaf moisture and pod moisture, the status maps were obtained using Arc GIS software and spline interpolation method. According to the results, the nitrogen status in the first farm had high uniformity and since this farm had higher age, it can be said that by growing up of crop, the nitrogen absorption becomes easier and more uniform. Almost, the amount of nitrogen had low correlation with chlorophyll in all fields. In the first and second fields, the nitrogen distribution and the pod moisture were highly correlated. If we do not consider the impact of the third farm due to the weakness of the plant, we can say that the moisture content of the pod and the nitrogen status resulting from the destructive method are highly correlated.

**Keywords:** Sugarcane field, Nitrogen status map, Geographic coordinates, Interpolation, Kjeldahl test.

## ۱- مقدمه

در کشاورزی مرسوم، تمامی خاک مزرعه از نظر حاصلخیزی یکنواخت و همگن فرض می‌شود، بنابراین کوددهی به صورت یکنواخت صورت می‌گیرد، اما زمین‌های کشاورزی از این نظر متغیر بوده و نیاز دارند که مقادیر مختلفی از کود در نقاط مختلف مزرعه اعمال شود. با توجه به این‌که کوددهی به روش مرسوم پیامدهای نامناسبی دارد، باید به دنبال روش‌های مناسب که بر پایه‌ی مدیریت صحیح مصرف کود و افزایش بازده‌ای استوار است بود. اعمال متغیر نیتروژن یکی از روش‌هایی است که می‌توان برای کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش بازده کود دهی استفاده کرد. در چند سال اخیر بخشی از مدیران کشاورزی در کشورهای توسعه یافته با وقوف از توانایی تکنولوژی های اطلاعات و ارتباطات و استفاده از آن ها، فرایند تصمیم گیری مزرعه را توسعه داده و بدین ترتیب باعث افزایش راندمان تولید و بهره دهی اقتصادی و مهمتر از آن بهبود شرایط زیست محیطی شده اند. این رویکرد نوین مدیریتی

را اصطلاحا کشاورزی دقیق[1]می نامند. در واقع کشاورزی دقیق عبارت است از استراتژی بکارگیری تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات و جمع آوری داده ها از منابع مختلف به منظور بکارگیری در فرایند تصمیم گیری مزرعه و تولید محصول (Auernhammer, 2001). کشاورزی دقیق به دنبال استعمال نقطه ای نهاده ها است که این امر به طور مشخص تاثیر بسزایی بر هزینه ها دارد. انتظار کشاورزان از کاربرد این تکنولوژی جدید به دو صورت عنوان می شود :

۱. کمتر شدن کود مورد نیاز برای همان مقدار عملکرد محصول
۲. افزایش عملکرد با کاربرد همان مقدار کود

کشاورزی دقیق به سه عنصر نیاز مبرم دارد :

۱. تعیین مکان یا موقعیت یابی جغرافیایی
۲. تجهیزات کنترل آنی نهاده ها، آبیاری و ...
۳. پایگاه داده ها از وضعیت مزرعه

پایگاه داده ها برای کمّی کردن تغییرات در مزرعه و فهم بهتر از پارامترهای مختلف (مانند نوع خاک ، میزان رطوبت، مقدار عناصر غذایی موجود در خاک، نوع و تراکم محصول، پراکندگی آفات و ...) است که بر رشد و نمو محصول و عملکرد کلی مزرعه اثر می گذارند. اصولا پایگاه داده ها بصورت نقشه های پراکندگی پارامترهای مختلف در سطح مزرعه ارائه می شوند که از طریق اندازه گیری عملی پارامترهای موردنظر در سطح مزرعه و به کمک نرم افزارهای سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه می شوند و برای اعمال نرخ متغیر نهاده های مختلف توسط تجهیزات کشاورزی دقیق مورد استفاده قرار می گیرند. اجرای موثر کوددهی متغیر نیتروژن در سطح مزرعه، بستگی به توانایی تشخیص وضعیت نیتروژن محصول در هنگام عمل کودپاشی دارد. لذا پی بردن به مکان تغییرات و ثبت دقیق آن مکان ها دارای اهمیت فراوانی می باشد. نقشه های توزیع نیتروژن در سطح مزرعه برای این منظور استفاده می شوند. محققین زیادی در پژوهش های خود به این موضوع پرداخته اند.

Bagheri et al. (2011) در پژوهشی به تهیه نقشه تغییرات نیتروژن محصول ذرت علو فه ای مبتنی بر تصاویر ماهواره ای پرداختند. برای تخمین میزان نیتروژن ذرت در سطح پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره‌ای ASTRR که دارای سه باند در محدوده‌ی طیفی نور مرئی و مادون قرمز (۵۲۰-۸۶۰ نانومتر)، شش باند در محدوده مادون قرمز میانی (۱۶۰۰-۲۴۳۰ نانومتر) و پنج باند در محدوده مادون قرمز حرارتی (۸۴۷۵-۱۰۹۵ نانومتر) بودند، استفاده کردند. با توجه به قدرت تفکیک زمینی تصویر ASTRR، مزرعه مورد مطالعه به ۱۵ شبکه تقسیم شد و نمونه برداری صورت گرفت. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، تمامی شاخص های پوشش گیاهی مورد بررسی دارای بالاترین همبستگی مقدار نیتروژن بودند. از میان شاخص های مورد مطالعه، شاخص TVIM بالاترین همبستگی را با مقدار نیتروژن دارا بوده و می‌تواند به عنوان یک شاخص مناسب برای تخمین مقدار نیتروژن برای محصول ذرت به کار رود. هم‌چنین، نتایج نشان داد که فناوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای ASTRR، دارای دقت کافی برای تخمین خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان از جمله نیتروژن می‌باشند. در نهایت نقشه تغییرات نیتروژن در سطح مزرعه تهیه شد. Esfandiari et al. (2013) با هدف مدل سازی و براورد درصد نیتروژن گیاه نیشکر در اراضی کشت و صنعت نیشکر امام خمینی خوزستان، از طیف سنجی با طیف سنج فیلد اسپک ۳ و تصویر فراطیفی استفاده نمودند. در این تحقیق از آنالیز همبستگی بین داده های آزمایشگاهی نیتروژن و طیف Hyperion انعکاسی برگ گیاه نیشکر حاصل از طیف سنجی، برای مدلسازی بهره بردند. طیف انعکاسی گیاه نیشکر در مزارع نیشکر، در ایستگاه های مختلف با استفاده از طیف سنج اندازه گیری شد. بطور همزمان نمونه ای از برگ گیاه به آزمایشگاه منتقل و درصد نیتروژن آنها مشخص گردید. جهت مدلسازی و یافتن ارتباط بین طیف انعکاسی و داده های آزمایشگاهی، آنالیز و همبستگی بین این دو گروه داده صورت گرفت. بیشترین همبستگی در باندهای ۷۶۰ و ۲۰۲۳ نانومتر با همبستگی ۸۷/۳ درصد بدست آمد. جهت برآورد نیتروژن برگ نیشکر، مدل بدست آمده از آنالیز همبستگی بر روی تصویر Hyperion اعمال گردید. قبل از اعمال مدل بر تصویر، تصحیح هندسی به روش تصویر در تصویر[2] و تصحیح اتمسفری به روش هندسی به روش ELC بر روی تصویر انجام گرفت. با اعمال مدل آماری بر تصویر، نقشه میزان غلظت نیتروژن برگ گیاه نیشکر تهیه گردید.

[1]Precision farming
[2]Image to Image

با توجه به اینکه نیشکر بعنوان یکی از محصولات عمده تولیدی در استان خوزستان است و در سطح وسیع کشت می شود، مدیریت دقیق اعمال کود نیتروژن برای این محصول می تواند کمک شایانی به بهینه نمودن مصرف کود ازته و حفظ محیط زیست نموده و باعث جلوگیری از آلوده شدن آب های زیرزمینی گردد. لذا تهیه نقشه دقیق توزیع نیتروژن در مزارع نیشکر برای پیاده سازی سامانه های کشاورزی دقیق در آنها ضروری است. هدف از این مقاله تعیین میزان نیتروژن محصول در مزرعه نیشکر و تهیه نقشه پراکندگی نیتروژن در سطح مزرعه با استفاده از نرم افزارهای GIS است تا بتوان در آینده ای نزدیک از این نوع نقشه ها برای مدیریت بهینه توزیع نیتروژن در مزارع نیشکر استفاده نمود.

## ۲- مواد و روش‌ها

در این پژوهش، داده برداری‌های مزرعه‌ای در کشت و صنعت دعبل خزاعی با مختصات جغرافیایی ۳۴۴۱۶۲۸ درجه شرقی و ۲۶۱۴۱۷ درجه شمالی که در جنوب شرقی اهواز (کیلومتر ۲۵ جاده اهواز-آبادان) واقع شده است و کل سطح قابل کشت نیشکر در آن حدود ۱۲۰۰۰ هکتار می‌باشد، انجام شد. از سه مزرعه مختلف که در آن‌ها نیشکر با واریته cps۱۰۶۲-۹ در زمان های متفاوت کشت شده بود، نمونه برداری به عمل آمد. مطابق شکل ۱ تمامی ردیف های کشت در راستای شمال و جنوب بودند و تمام عملیات انجام شده در سه مزرعه یکسان بود. در هر مزرعه ابتدا چهار نقطه برای تعیین محدوده قطعه زمین منتخب به ابعاد ۱۲۰×۱۰۰ مترمربع مشخص گردید. برای مشخص کردن هر نقطه در مزرعه یک پرچم در آن نقطه گذاشته شد. در راستای عرضی مزرعه، چهار نقطه به فاصله ۲۰ متر نشانه گذاری شد، همین نقاط را نیز در امتداد فارو یا راستای طولی مزرعه در نظر گرفته شده و پنج نقطه به فاصله ۲۰متر نشانه گذاری شد. تمامی این نقاط به وسیله پرچم مشخص گردید. به این ترتیب چهار نقطه در گوشه ها و بیست نقطه در مرکز مزرعه ایجاد شد (Hosseini, 2017) .

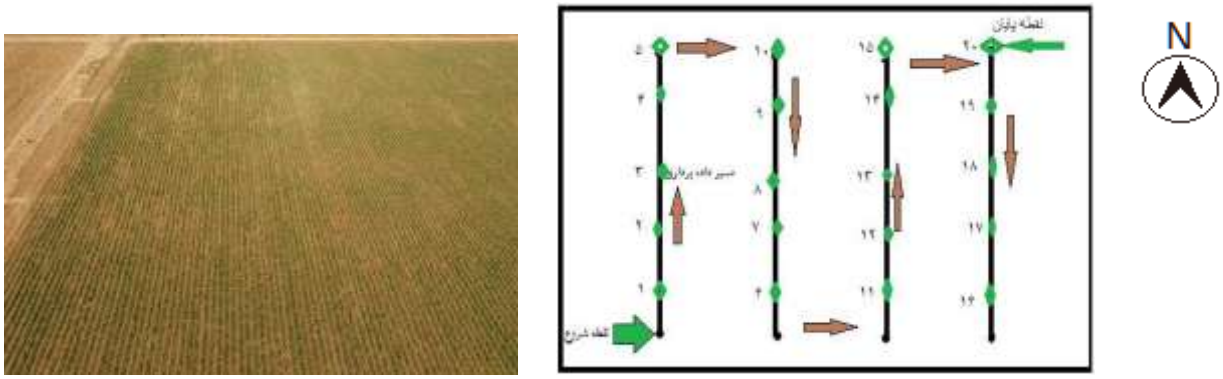


**Figure 1. The points marking for sampling and imaging of sugarcane fields**

**شکل ۱- نحوه علامتگذاری نقاط در هر مزرعه برای نمونه برداری و تصویربرداری**

از یک دستگاه GPS دستی eTrex مدل Vista HCx ساخت شرکت Garmin آمریکا، برای ثبت مختصات جغرافیایی نقاط مشخص شده در هر مزرعه استفاده شد (شکل ۲). در هر مزرعه مختصات چهار گوشه زمین و ۲۰ نقطه مشخص شده، ثبت گردید. برای این منظور ابتدا قالب ۱×۱ مترمربعی ساخته شد و در نقطه مشخص شده قرار داده شد به گونه‌ای که نقطه علامت گذاری شده در گوشه سمت چپ بالای قاب قرارگیرد، هم‌چنین چهار گوشه قاب به وسیله دو نخ به هم وصل شد تا وسط آن به عنوان محل نمونه‌برداری مشخص گردد. از مقادیر مختصات بدست آمده در سه تکرار، میانگین گیری شد و یک عدد به عنوان مختصات جغرافیایی هر نقطه ثبت گردید.

**Figure 2. Recording the geographic coordinates of points using a handheld GPS device**

**شکل ۲- ثبت مختصات جغرافیایی نقاط با استفاده از دستگاه GPS دستی**

پس از اینکه تمام نقاط مورد نظر در مزرعه مشخص گردید، عملیات نمونه برداری از نقاط مشخص شده در تمامی مزارع انجام شد. در هر نقطه (پلات) تعداد چهار عدد سَرنی سالم - با فاصله ۴۵ سانتی متر از یکدیگر- چیده شده و در درون کیسه های پلاستیکی قرار داده شدند و مشخصات هر نقطه نیز روی آنها نوشته شد (شکل ۳-چپ). نمونه‌ها بلافاصله برای اندازه‌گیری مقدار نیتروژن در همان روز به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال نمونه ها از مزرعه به آزمایشگاه، ابتدا از هر سَر نی برگ های ۳، ۴، ۵ و ۶ جدا شدند. برگ های جدا شده همراه با غلاف بودند، چون برای اندازه گیری نیتروژن فقط به برگ نیاز است، بنابراین غلاف های برگ نیز جدا شدند. سپس از هر برگ، رگ برگ نیز جدا شده و فقط ۱۵ سانتی متر وسط پهن برگ انتخاب شد. با استفاده از یک دستگاه کلروفیل‌متر دستی (مدل SPAD-502) میزان شاخص کلروفیل برگ در هر نقطه در سه تکرار اندازه‌گیری و ثبت شد. در ادامه پس از خشک کردن نمونه ها در آون الکتریکی، مقدار رطوبت برگ تعیین گردید و ازت گیاه با روش کجلدال اندازه گیری شد (Hosseini, 2017).

**Figure 3. Field sampling (up- left), prepared samples (up-right), leaf chlorophyll measurements (bottom-left), and drying of specimens (bottom-right)**

**شکل ۳- نمونه برداری از مزرعه (بالا-چپ) ، نمونه های آماده شده (بالا-راست)، اندازه گیری کلروفیل برگ (پائین-چپ) و خشک نمودن نمونه ها (پائین-راست)**

اساس کار آزمایش تعیین نیتروژن با روش کجلدال دستی، واکنش رنگی بین آمونیوم و باز ضعیف (ترکیبی از سدیم سالیسیلات و منبع کاری مثل سدیم هیپوکارلیت یا دی کلر و ایزوسیانورات) است. شدت رنگ سبز به خوبی توسط استفاده از سدیم نیتروپروساید افزایش می‌یابد. سدیم تارتارات برای حذف رسوب هیدروکسیدفلزات سنگین که ممکن است در فرآیند هضم وجود داشته باشد، استفاده می‌شود. زیرا کاتالیزورهای استفاده شده در این روش فلزات سنگینی مثل Se , Hg هستند (Anonymous, 2016; Sharifi & Haj Abbasi, 2005) . شکل ۴ مراحل انجام آزمایش کجلدال را نشان می‌دهد.

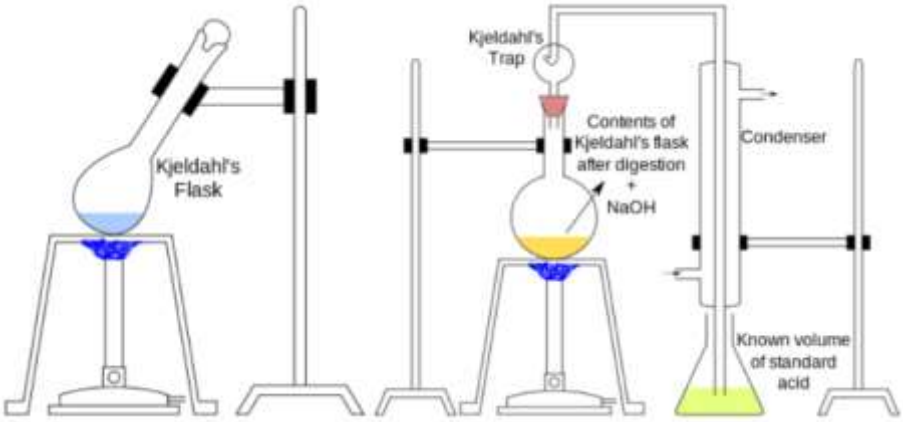


**Figure 4. Kjeldahl test steps in laboratory**

**شکل ۴– مراحل انجام آزمایش کجلدال در آزمایشگاه**

تمام داده ها در نرم افزار اکسل مرتب گردید. برای هر نقطه پنج ویژگی شامل مختصات، نیتروژن، کلروفیل، رطوبت برگ و رطوبت غلاف موجود است. برای هر مزرعه یک فایل اکسل شامل مختصات x و y تشکیل شد و این مختصات با در نظر گرفتن شرایط منطقه مورد نظر، وارد نرم افزار Arc GIS گردید. یک فایل خروجی تهیه شد تا بتوان عملیات ویرایش و وارد کردن سایر داده ها را انجام داد. به این صورت تمامی داده های اندازه گیری شده در مزرعه وارد نرم افزار گردید. نقشه های موجود به صورت نقطه ای می باشند، لیکن نقشه ای یکنواخت و پیوسته ای مورد نیاز است که تمامی نقاط آن دارای ارزش باشد. برای محقق ساختن این مسئله از روش درون یابی spline به دلیل هموار بودن سطح مزرعه و همچنین روان بودن این روش، استفاده شد. در هر سه مزرعه برای چهار خصوصیت نیتروژن، کلروفیل، رطوبت برگ و رطوبت غلاف درون یابی انجام شد و دوازده نقشه مجزا بدست آمد. سپس عملیات الصاق راهنمای علائم، مقیاس و جهت شمال بر روی نقشه ها صورت گرفت (Jooyzadeh et al., 2016) .

## ۳- نتایج و بحث

مطابق شکل ۵ نقشه توزیع نیتروژن در مزرعه اول دارای سطح یکنواختی می باشد، به جز گوشه ها که تحت تاثیر صفر بیرونی قرار گرفته است. سطح کلروفیل برخلاف نیتروژن دارای یکنواختی نمی باشد و این همبستگی پایین مقدار کلروفیل با نیتروژن بدست آمده از روش کجلدال را بیان می کند. نقشه توزیع رطوبت غلاف نیز همانند نقشه نیتروژن تقریبا یکنواخت است، ولی رطوبت برگ گواهی این قضیه نمی باشد.

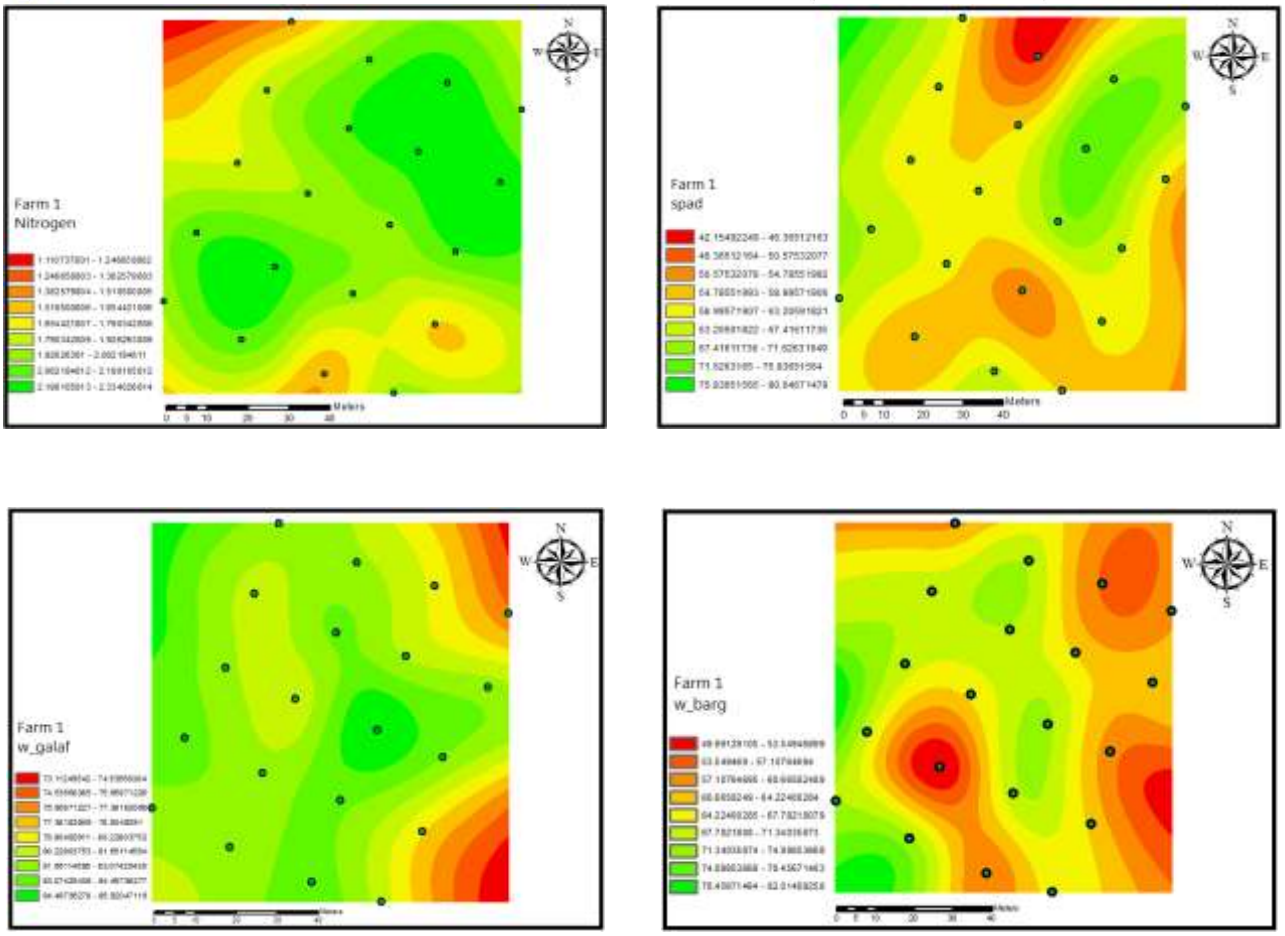


**Figure 5. Maps of nitrogen status, chlorophyll, leaf and pod moisture content in the 1st field (the highest value is dark-green color and the lowest value is red color)**

**شکل ۵- نقشه های وضعیت نیتروژن، کلروفیل، رطوبت برگ و رطوبت غلاف در مزرعه اول (بیشترین مقدار با رنگ سبز تیره و کمترین مقدار با رنگ قرمز مشخص شده است)**

مطابق شکل ۶ مقدار کلروفیل در مزرعه دوم همبستگی پایینی با مقدار نیتروژن دارد. نقشه توزیع نیتروژن در این مزرعه گویای کمبود نیتروژن می باشد. رطوبت برگ همبستگی بسیار پایینی با دیگر خصوصیات دارد. این مزرعه نیز رطوبت غلاف با مقدار نیتروژن دارای سطح همبستگی بالایی می باشد.

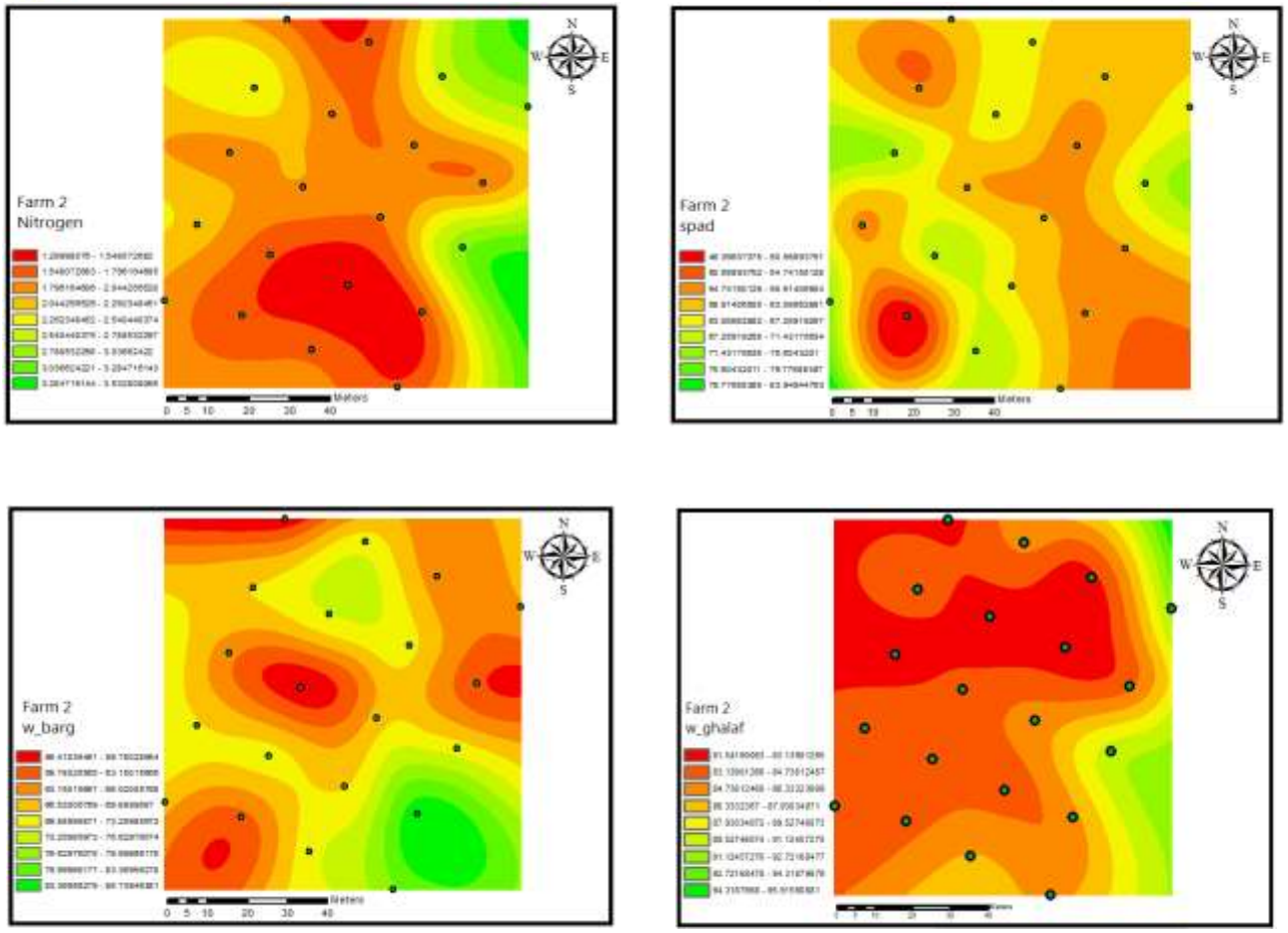


**Figure 6. Maps of nitrogen status, chlorophyll, leaf and pod moisture content in the 2nd field (the highest value is dark-green color and the lowest value is red color)**

**شکل ۶- نقشه های وضعیت نیتروژن، کلروفیل، رطوبت برگ و رطوبت غلاف در مزرعه دوم (بیشترین مقدار با رنگ سبز تیره و کمترین مقدار با رنگ قرمز مشخص شده است)**

مطابق شکل ۷ مقدار نیترون در مزرعه سوم دارای سطح متوسطی از لحاظ یکنواختی است و نیتروژن در قسمت جنوب شرقی به بیشترین مقدار خود می رسد. مقدار کلروفیل در نواحی مرکزی و غربی دارای سطح بیشتری نسبت به دیگر نقاط است و همچنان همبستگی پایین آن را با نیتروژن مشاهده می شود. میزان رطوبت برگ در این مزرعه به جز اندکی از بخش غربی، بسیار یکنواخت می باشد. رطوبت غلاف بسیار غیر یکنواخت است و در سطح پایینی قرار دارد.

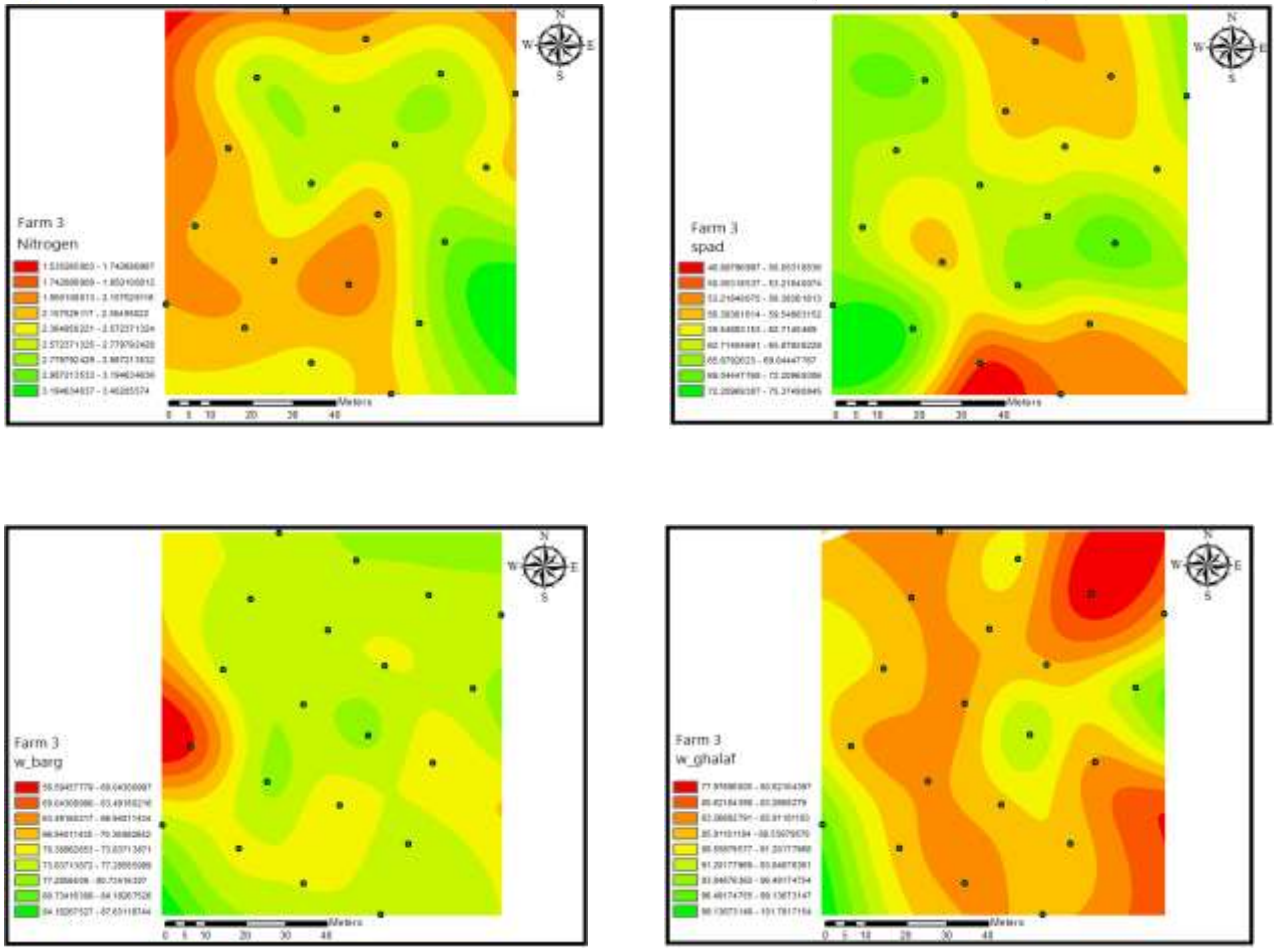


**Figure 7. Maps of nitrogen status, chlorophyll, leaf and pod moisture content in the 3rd field (the highest value is dark-green color and the lowest value is red color)**

**شکل ۷- نقشه های وضعیت نیتروژن، کلروفیل، رطوبت برگ و رطوبت غلاف در مزرعه سوم (بیشترین مقدار با رنگ سبز تیره و کمترین مقدار با رنگ قرمز مشخص شده است)**

## ۴- نتیجه گیری ها

۱. تقریباً در تمامی مزارع مقدار نیتروژن با کلروفیل دارای سطح همبستگی پایینی بوده و توصیه می شود در این مقایسه از روش غیر مخرب برای رسم نقشه توزیع نیتروژن استفاده شود.

۲. سطح نیتروژن در مزرعه اول دارای یکنواختی بالایی بوده و از آنجایی که این مزرعه دوره سنی بالاتری دارد می توان گفت با قوی تر شدن گیاه، جذب نیتروژن آسان تر و یکنواخت تر می شود.

۳. در مزرعه اول و دوم نقشه توزیع نیتروژن و رطوبت غلاف دارای همبستگی بالایی بوده واگر تاثیر مزرعه سوم را به دلیل ضعیف بودن گیاه در نظر نگیریم، می توان گفت که میزان رطوبت غلاف و نیتروژن حاصل از روش مخرب دارای همبستگی بالایی می باشند.

۴. اگر هدف تنها بدست آوردن مقدار نیتروژن با دقت نسبتا بالا باشد، توصیه می شود از روش غیر مخرب یا کلروفیل متری استفاده شود.

۵. در صورت امکان می توان از روش Tension (کششی) در Spline نیز استفاده نمود و نتایج را با روش Regularized (منظم) مقایسه کرده و نتیجه مناسب تر را بکار ببرید.

۶. به دلیل زمان بر بودن و هزینه بالای روش آزمایشگاهی، توصیه می شود روش های تصویری مورد بررسی بیشتری قرار گیرند.

## ۵- تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از کمک های پرسنل و مدیران محترم شرکت کشت و صنعت دعبل خزاعی بویژه جناب آقای مهندس عبدی برای تهیه نمونه ها از مزارع نیشکر قدردانی می نمایند. از خانم مهندس راهداریان کارشناس آزمایشگاه شیمی تغذیه گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز نیز برای فراهم کردن امکان انجام آزمایشات تشکر می شود.

## ۶- مراجع

1. Anonymous. (2016). Guide to Kjeldahl Nitrogen Determination Methods and Apparatus, LABCONCO, an Industry Service Publication, Houston, Texas 77099, USA.
2. Auernhammer, H. (2001). Precision Farming the environmental challenge. Computers and Electronics in Agriculture, 30: 31-43.
3. Bagheri, N., Ahmadi, H., Omid, M., & AlaviPanah, S. K. (2011). Preparation of a nitrogen variability map for corn crop, as based on satellite imagery. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 42(1): 103-111. (Persian)
4. Esfandiari, A., Rangzan, K., Nasseri, A., Taghizadeh, A., Al-Kathir, J., & Habibian, M. (2013). Modeling and estimation of sugarcane nitrogen percentage using Fieldspes3 spectrometer and Hyperion spectral image. The 20th Conference on Mapping and Geospatial Information (Geomatics 92) 29-30 April 2013, Mapping Organization of Iran. (Persian)
5. Hosseini, S. A. (2017). *Estimation of nitrogen status of crop in sugarcane fields using aerial digital images and artificial neural networks*. M.Sc. Thesis in Mechanics of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (Persian)
6. Jooyzadeh, S., Ebrahimi, M., Qamarzadeh, M., Shamshiri, M. (2016). *Arc GIS tutorials (introductory and advanced)*. Kiyan Publishing Company, Tehran, Iran. (Persian)
7. Sharifi, M., & Haj Abbasi, M. A. (2005). Investigating the Possibility of Using Direct Distillation Method to Measure total Nitrogen of Soil. 9th Iranian Soil Science Congress, 28-31 August 2005, Tehran, Iran. (Persian)