



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## همبستگی تولید محصولات کشاورزی با مصرف کود در استان تهران

محسن سیلسپور<sup>۱\*</sup>، مهدی صادقی پور مروی<sup>۲</sup>، مرجان حکیم زاده<sup>۳</sup>

۱- عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات کشت گلخانه ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین، ایران ۲- محقق غیر هیئت علمی، بخش تحقیقات آبخیزداری و بهره وری آب و خاک، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین، ایران ۳- کارشناس تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران؛ \*mseilsep@yahoo.com

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی همبستگی میان مصرف انواع کودهای شیمیایی نیتروژن (N)، فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و پتاسیم (K<sub>2</sub>O) با میزان تولید محصولات کشاورزی (زراعی از قبیل گندم، جو، ذرت... و باغی از قبیل سیب، الو، گردو...) استان تهران و بهره‌گیری از داده‌های رسمی وزارت جهاد کشاورزی انجام شد. نتایج نشان داد که میان مقدار مصرف این عناصر و عملکرد محصولات، ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد. بیشترین ضریب همبستگی مربوط به مصرف ازت و عملکرد محصولات (Yield = 58.02N + 10011, R<sup>2</sup>=0.92\*) بود و پس از آن پتاسیم (Yield = 557.7 K<sub>2</sub>O + 11703, R<sup>2</sup>=0.71\*) و فسفر (Yield = 187.9 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 12028, R<sup>2</sup>=0.87\*) قرار گرفتند. این نتایج بیانگر آن است که مدیریت علمی مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از الگوی متوازن می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری و ارتقای تولید محصولات گردد. نتایج نشان داد مصرف سه عنصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم با شاخص‌های تولید، سطح زیرکشت و عملکرد محصولات زراعی استان تهران ارتباط مثبت و معناداری دارد. در تحقیقات آینده، اثرات ترکیب کودهای شیمیایی با منابع آلی و زیستی و نیز بررسی تغییرات در مقیاس شهرستانی استان تهران مورد توجه قرار گیرد. همچنین، یافته‌ها تأکید می‌کنند که بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها براساس نیاز واقعی گیاه و شرایط محیطی، راهکاری اساسی برای ارتقای پایداری کشاورزی استان تهران محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: نیتروژن (N)، پتاسیم (K<sub>2</sub>O)، فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)، عملکرد.



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



مقدمه

مدیریت مصرف کودهای شیمیایی از مهم‌ترین عوامل در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و ارتقای پایداری تولید به‌شمار می‌رود. استفاده بهینه از این نهاده‌ها علاوه بر تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، نقشی کلیدی در بهبود کیفیت محصولات، افزایش بهره‌وری منابع و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ایفا می‌کند (FAO, 2020; Mitchell, 1999). از میان عناصر پرمصرف، نیتروژن (N)، فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و پتاسیم (K<sub>2</sub>O) سهم اصلی را در رشد و عملکرد گیاهان دارند و تحقیقات متعددی بر اهمیت مصرف متعادل آن‌ها تأکید کرده‌اند (امیری و همکاران، ۱۳۹۵؛ خدادادی، ۱۳۹۵؛ نادری و همکاران، ۱۳۹۸؛ Fageria & Baligar, 2005). مصرف بیش‌ازحد این عناصر می‌تواند سبب آلودگی خاک و آب، کاهش کارایی مصرف کود و بروز خسارت‌های اقتصادی شود، درحالی که کمبود آن‌ها نیز موجب افت عملکرد و کیفیت محصول خواهد شد (صمدی و همکاران، ۱۴۰۰؛ FAO, 2021). بر این اساس، بررسی همبستگی میان مصرف کودهای شیمیایی و تولید محصولات کشاورزی، ابزاری علمی و عملی برای شناخت الگوی مصرف و ارزیابی کارایی نهاده‌ها محسوب می‌شود. استان تهران به‌عنوان یکی از قطب‌های مهم تولید محصولات زراعی و باغی کشور، شرایط ویژه‌ای از نظر تراکم جمعیت، محدودیت منابع خاک و آب و نیاز به بهره‌برداری پایدار از نهاده‌های کشاورزی دارد. از این رو، بررسی ارتباط بین سطح زیرکشت و تولید محصولات زراعی و باغی با میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی (N, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای اصلاح الگوی مصرف، بهینه‌سازی مدیریت کودی و ارتقای بهره‌وری کشاورزی استان فراهم آورد.

مواد و روش‌ها

داده‌های این پژوهش براساس آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی استخراج شد. متغیرهای مورد بررسی شامل میزان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن (N)، فسفر (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) و پتاسیم (K<sub>2</sub>O)، سطح زیرکشت و تولید محصولات زراعی استان تهران بودند. برای بررسی رابطه بین مصرف نهاده‌های شیمیایی و عملکرد محصول، از مدل رگرسیون خطی ساده و ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید:

$$y = ax + b \quad (1)$$

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (2)$$

در این مدل،  $y$  نشان‌دهنده عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار) و  $x$  میزان مصرف کود (کیلوگرم در هکتار) است. ضریب  $a$  بیانگر شیب خط و اثر تغییرات مصرف کود بر تولید محصول، و ضریب  $b$  عرض از مبدأ مدل را نشان می‌دهد. برای ارزیابی دقت مدل و میزان انطباق داده‌ها، ضریب تعیین ( $R^2$ ) محاسبه شد. مصرف هکتاری هر عنصر از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$X_{ij} = \frac{Q_{ij}}{A_j} \quad (3)$$

که در آن  $X_{ij}$  مصرف عنصر  $i$  در شهرستانهای استان تهران ( $kg/ha$ )،  $Q_{ij}$  مقدار کل مصرف عنصر و  $A_j$  سطح زیرکشت شهرستان است. برای تحلیل الگوی مصرف، سهم نسبی هر عنصر از رابطه‌ی زیر به‌دست آمد:

$$S_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_i X_{ij}} \times 100$$

(۴)

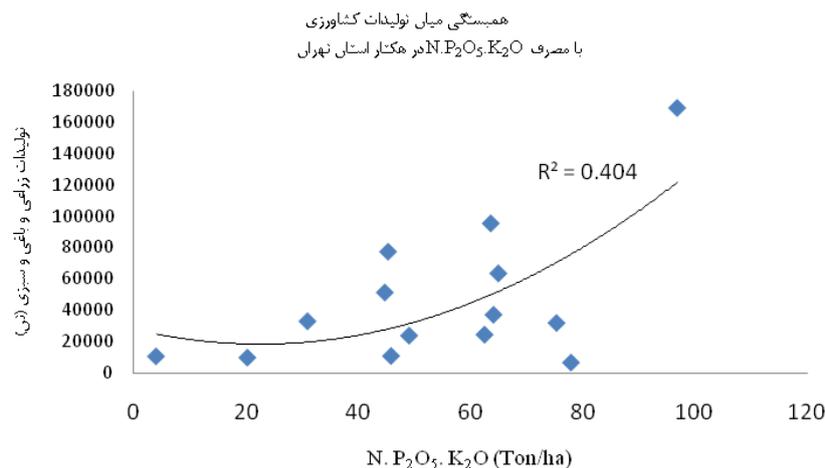
که در آن  $S_{ij}$  سهم نسبی عنصر  $i$  در شهرستان  $z$  برحسب درصد است. که در آن  $X$  مقدار مصرف عنصر غذایی (kg/ha) و  $Y$  تولید محصول (kg/ha) است. تحلیل آماری و ترسیم نمودارها با نرم افزار SPSS انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بین مصرف کودهای شیمیایی و تولید محصولات زراعی استان تهران رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. معادلات رگرسیون خطی و ضرایب تعیین ( $R^2$ ) در جدول (۱) ارائه شده است. قوی ترین همبستگی مربوط به مصرف نیتروژن با تولید کل محصولات بود ( $R^2 = 0.92$ ). فسفر نیز رابطه مثبت و معنی دار نشان داد ( $R^2 = 0.88$ ), در حالی که پتاسیم همبستگی ضعیف تری داشت ( $R^2 = 0.71$ ) (شکل ۱).

جدول ۱- معادله رگرسیون عملکرد گیاه با عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم

معادله رگرسیون	$R^2$	نوع رابطه
$Yield = 58.02N + 10011$	0.922	مثبت و معنی دار
$Yield = 187.9 P_2O_5 + 12028$	0.878	مثبت و معنی دار
$Yield = 557.7 K_2O + 11703$	0.710	مثبت و معنی دار
$Yield = 42.16 (N+P_2O_5+K_2O) + 9452$	0.921	مثبت و معنی دار

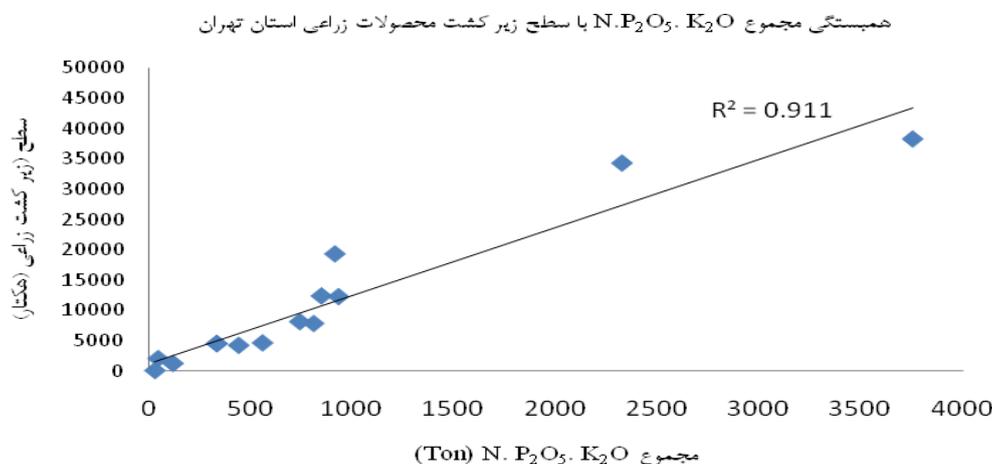


شکل ۱- همبستگی میان تولیدات کشاورزی با مصرف کود استان تهران

رابطه مصرف عناصر با زیرکشت نیز معنی دار بود (جدول ۲). نیتروژن و فسفر بیشترین همبستگی را با سطح زیرکشت نشان دادند ( $R^2 = 0.90$ ), در حالی که پتاسیم ضعیف تر بود ( $R^2 = 0.65$ ).

جدول ۲- ضرایب  $R^2$  برای مصرف عناصر و سطح زیر کشت

عنصر	$R^2$	نوع رابطه با سطح زیر کشت
N	0.907	مثبت و معنی دار
$P_2O_5$	0.905	مثبت و معنی دار
$K_2O$	0.652	مثبت
$N+P_2O_5+K_2O$	0.911	مثبت و معنی دار

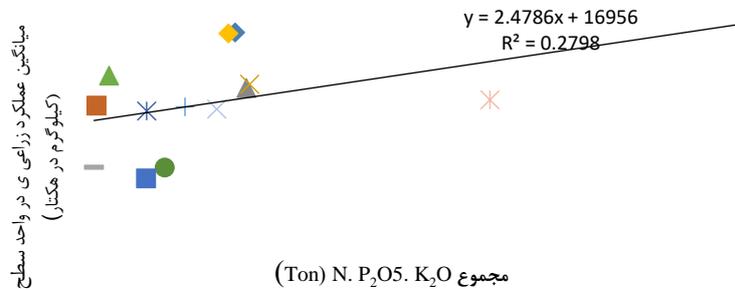


شکل ۲- همبستگی میان مصرف عناصر غذایی با سطح زیر کشت محصولات زراعی استان تهران

همبستگی مصرف کود با عملکرد محصولات زراعی ضعیف تر از دو شاخص قبلی بود (جدول ۳). برای نیتروژن و فسفر همبستگی مثبت ولی غیرقوی مشاهده شد ( $R^2 = 0.31$ ) و ( $R^2 = 0.21$ )، در حالی که پتاسیم تقریباً اثری بر عملکرد نداشت ( $R^2 = 0.10$ ).

جدول ۳- ضرایب  $R^2$  مصرف عناصر و عملکرد محصولات زراعی

عنصر	$R^2$
N	0.313
$P_2O_5$	0.211
$K_2O$	0.102
$N+P_2O_5+K_2O$	0.279



شکل ۳- همبستگی میان مجموع مصرف عناصر غذایی با میانگین عملکرد در واحد سطح محصولات زراعی استان تهران

### نتیجه گیری

نتایج پژوهش سالهای اخیر نشان داد که مصرف سه عنصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم با شاخصهای تولید، سطح زیرکشت و عملکرد محصولات زراعی استان تهران ارتباط مثبت و معناداری دارد. براساس نتایج، مدیریت علمی و بهینه مصرف کودهای شیمیایی متناسب با شرایط خاک و نیاز واقعی گیاه، می تواند علاوه بر افزایش عملکرد، موجب کاهش هزینه ها و ارتقای پایداری تولیدات زراعی گردد. با توجه به اینکه خاک منطقه مورد مطالعه، محدودیت کمبود ماده آلی، شوری و اقلیم گرم و خشک داشت لذا در این شرایط، نیاز واقعی گیاه بایستی بر اساس نتایج آزمون خاک و گیاه و بر مبنای توصیه کودی انجام گیرد. این موضوع بیانگر ضرورت اصلاح الگوی مصرف نهاده ها و استفاده از روش های مدیریتی نوین برای دستیابی به کشاورزی پایدار است. همچنین پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده، اثرات ترکیب کودهای شیمیایی با منابع آلی و زیستی و نیز بررسی تغییرات در مقیاس شهرستانی استان تهران مورد توجه قرار گیرد.

### فهرست منابع

۱. امیری، الف.، و همکاران. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر مصرف کودهای فسفاته و مواد آلی بر کارایی فسفر در خاک های آهکی. مجله علوم خاک ایران. ۱۸(۲). ۱۱۵-۱۲۴.
۲. امیری، الف.، و همکاران. ۱۳۹۵. اثر مصرف متعادل کودهای شیمیایی بر عملکرد محصولات زراعی. مجله پژوهش های کشاورزی ۲۹(۱). ۴۵-۵۶.
۳. خدادادی، الف. ۱۳۹۵. مدیریت مصرف نیتروژن در محصولات استراتژیک ایران. مجله تحقیقات علوم زراعی ایران ۲۷(۳). ۲۰۱-۲۱۰.
۴. سیلسپور، ع. ۱۳۷۷. نقش پتاسیم در افزایش مقاومت گیاهان به تنش های محیطی. مجله علوم خاک و آب ایران ۱۱(۱). ۳۳-۴۲.
۵. صمدی، م.، و همکاران. ۱۴۰۰. اثر مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی بر کیفیت خاک و منابع آب. مجله علوم محیطی ایران. ۴۲(۴). ۲۸۷-۲۹۸.
۶. نادری، الف.، و همکاران. ۱۳۹۸. بررسی کارایی مصرف نیتروژن در محصولات زراعی. مجله تحقیقات کشاورزی ایران ۳۱(۲). ۷۷-۸۸.



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- Aghabeygi, M., and C. Dönmez. 2024. Estimating yield response functions to nitrogen for annual crops in Iran. *Agronomy*. 14(3): 436. DOI:10.3390/agronomy14030436.
- Bostani, A., et al. 2025. Assessment of soil fertility and nutrient distribution for enhanced soil health and field management through an innovative approach. *Agricultural & Environmental Letters*. DOI:10.1002/agg2.70088.
- Chen, J., Zhang, H., and Li, Y. 2022. Potassium fertilization and plant stress resistance: A review. *Journal of Plant Nutrition*. 45(9): 1201-1215.
- Fageria, N.K., and V.C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*. 88: 97-185.
- FAO. 2020. World fertilizer trends and outlook to 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAO. 2021. Sustainable fertilizer use for food security and environmental health. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Lal, R. 2020. Managing soil fertility and sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research*. 202: 104-112.
- Mitchell, R.L. 1999. Nutrient management in sustainable agriculture. *Journal of Crop Production*. 2(1): 23-41.
- Rahman, M.M., Hasan, M., and Akter, S. 2021. Integrated use of organic and inorganic fertilizers for sustainable crop production. *Agricultural Sciences*. 12(5): 215-227.
- Sharafi, S., and K. Kheiralipour. 2025. Long-term trends of chemical fertilizer consumption and productivity in cultivating five major crops in Iran. *Energy Nexus*. 18: 100444.

### Correlation between Agricultural Production and Fertilizer Consumption in Tehran Province

Mohsen Selispour, Mehdi Sadeghi Pourmoradi, Marjan Hakimzadeh

<sup>1</sup> Associate Professor, Greenhouse Crops Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Tehran Province, AREEO, Varamin, Iran. <sup>2</sup> Non-faculty Researcher, Watershed Management and Soil and Water Productivity Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Tehran Province, AREEO, Varamin, Iran. <sup>3</sup> Expert in Natural Resources, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Tehran Province, AREEO, Varamin, Iran

#### Abstract

This study aimed to investigate the correlation between agricultural crop production and the consumption of various chemical fertilizers (nitrogen, phosphorus, and potassium) in Tehran Province. Using official data from the Ministry of Agriculture Jihad, the results showed that the amount of fertilizer consumption and crop yield had a significant relationship. The strongest correlation was observed between nitrogen consumption and crop yield ( $58.02N + 10011$ ,  $R^2 = 0.92$ ,  $Yield = 557.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O} + 11703$ ), followed by phosphorus ( $187.9 \text{ P}_2\text{O}_5 + 12028$ ,  $R^2 = 0.71$ ,  $Yield$ ) and potassium ( $Yield = 557.7 \text{ K}_2\text{O} + 11703$ ,  $R^2 = 0.87$ ). These results indicate that proper fertilizer management and balanced application of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers can significantly improve crop yield and productivity. Moreover, the findings emphasize that excessive use of nitrogen and insufficient use of phosphorus and potassium disturb the nutrient balance and reduce fertilizer efficiency. Overall, optimizing fertilizer use patterns, based on the actual nutrient requirements of crops and environmental conditions, is an essential strategy to enhance the sustainability of agricultural production in Tehran Province.

**Keywords:** nitrogen (N), phosphorus ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ), yield, correlation.