

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Predicting Nephrotic Syndrome Outcomes in Children Using Machine Learning: Insights from a Cross-Sectional Study

پیش‌بینی نتایج سندرم نفروتیک در کودکان با استفاده از ماشین
لرنینگ: بینش‌هایی از یک مطالعه مقطعی



نویسنده اول: سرکار خانم حانیه محبی

مشخصات ژورنال

2

Indexing:

ISI, Scopus, PubMed, Embase, DOAJ

4

Impact Factor : 2.4

Name :BMC Nephrology

3

Category : Q2

جدول اختصارات

Name	Abbreviations	Meaning
NS	Nephrotic syndrome	سندرم نفروتیک
SSNS	Steroid-sensitive nephrotic syndrome	سندرم نفروتیک حساس به استروئید
SRNS	Steroid-resistant nephrotic syndrome	سندرم نفروتیک مقاوم به استروئید
MCD	Minimal Change Disease	بیماری تغییرات حداقل
FSGS	Focal Segmental Glomerulosclerosis	گلومرواسکلروز سگمنتال فوکال
ML	Machine learning	یادگیری ماشین
RF	Random Forest	جنگل تصادفی

فهرست مطالب

روش اجرا

هدف مطالعه

مقدمه

نتایج

نتیجه گیری

مقدمه

روش اجرا

هدف مطالعه

نتایج

نتیجه گیری



سندرم نفروتیک (NS)



یکی از شایع ترین بیماری های کلیوی در دوران کودکی است

باعث دفع بیش از حد پروتئین از طریق ادرار (پروتئینوری) میشود

علائم آن شامل تورم (ادم)، کاهش آلبومین خون و افزایش چربی خون است

در صورت عدم درمان مناسب، منجر به عوارض جدی مانند عفونت ها، ترومبوآمبولی و نارسایی کلیه میشود

تشخیص این بیماری و تعیین نوع آن معمولاً نیازمند بیوپسی کلیه است که روشی تهاجمی و پرخطر محسوب می شود

مقدمه

هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

انواع سندرم نفروتیک و پاسخ به درمان

✓
سندرم نفروتیک اولیه
بدون بیماری زمینه‌ای سیستمیک رخ می‌دهد

✓
سندرم نفروتیک ثانویه
می‌تواند در اثر بیماری‌هایی مانند لوپوس اریتماتوز سیستمیک، عفونت‌ها یا اختلالات متابولیک ایجاد شود

✓
حساس به استروئید: بهبودی کامل با کورتون
مقاوم به استروئید: عدم پاسخ پس از ۴-۶ هفته
وابسته به استروئید: عود با کاهش یا قطع دارو
عودکننده: ۲ بار یا بیشتر عود در ۶ ماه اول درمان

تشخیص صحیح ثانویه یا اولیه بودن از اهمیت بالینی بالایی برخوردار است، زیرا مسیر درمان و پیش‌آگهی آن‌ها متفاوت است

مقدمه

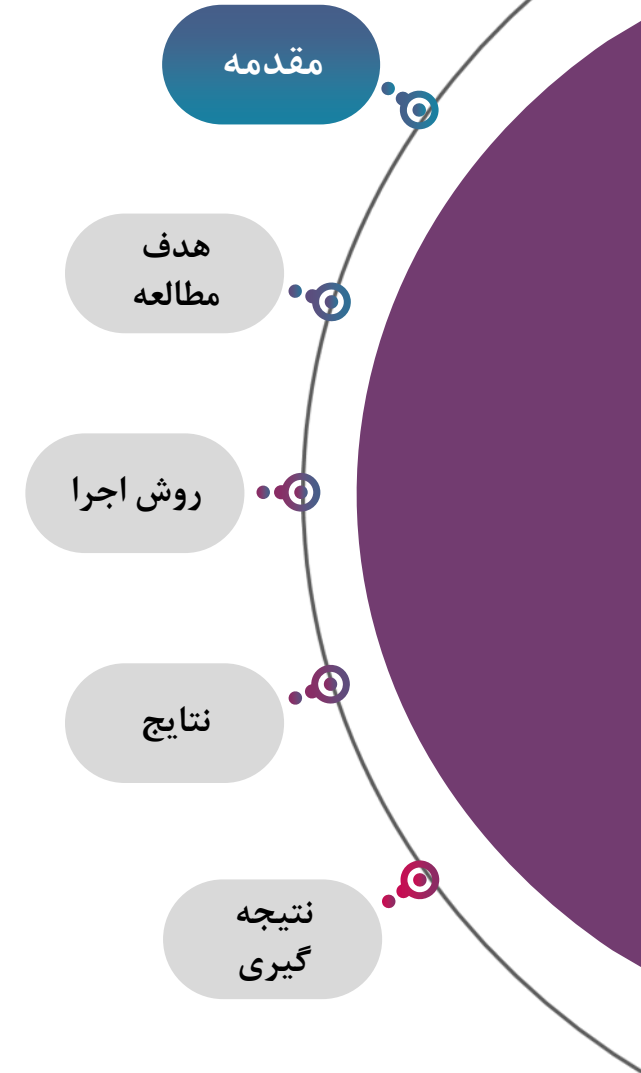
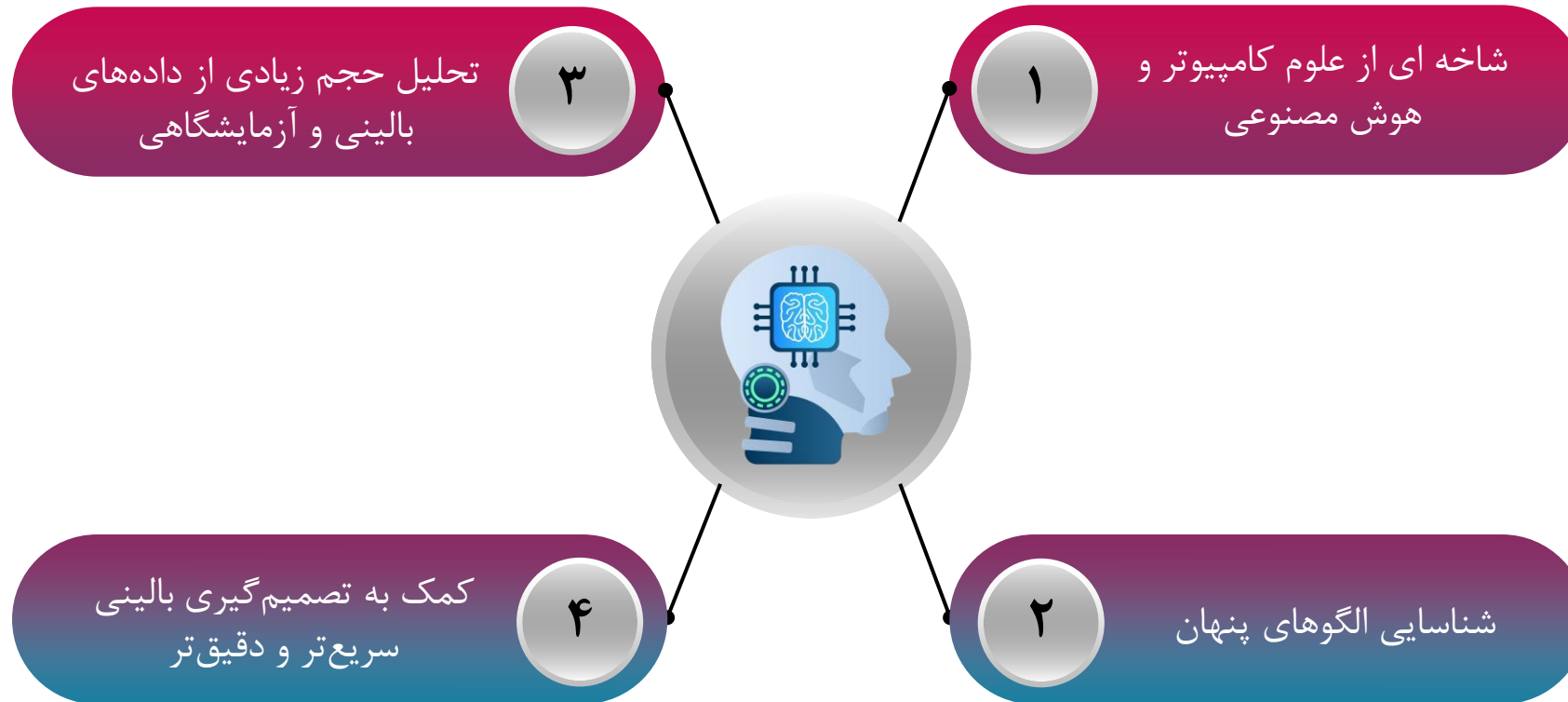
هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

یادگیری ماشین (ML)



هدف مطالعه



مقدمه



روش اجرا



نتایج

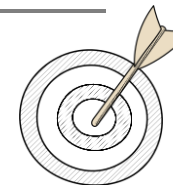


نتیجه گیری

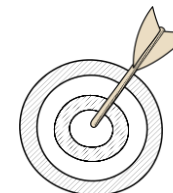


هدف مطالعه

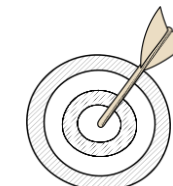
۱- بررسی توانایی مدل‌های مختلف یادگیری ماشین در پیش‌بینی نوع سندرم نفروتیک در کودکان



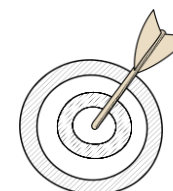
۲- پیش‌بینی پاسخ به درمان



۳- پیش‌بینی نتایج بیوپسی کلیه



۴- کاهش نیاز به روش‌های تهاجمی و کمک به تصمیم‌گیری بالینی



هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتایج



نتایج

هدف مطالعه

نتیجه گیری

مقدمه



روش اجرا

مجموعه داده‌ها

جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها
(میان‌ه ۲۰۲۲)

استخراج پرونده‌ها
اعمال معیارهای ورود و خروج
آماده‌سازی دیتاست نهایی (۲۴۳ بیمار)

ارزیابی و تحلیل نتایج
(اواخر ۲۰۲۲)

ارزیابی عملکرد مدل‌ها
تحلیل اهمیت ویژگی‌ها
مقایسه مدل‌ها

هدف
مطالعه

روش
اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

۱

۲

۳

۴

۵

تعریف مسئله و طراحی مطالعه
(اوایل ۲۰۲۲)

شناسایی چالش بالینی
انتخاب رویکرد ML
تعریف اهداف و خروجی‌ها

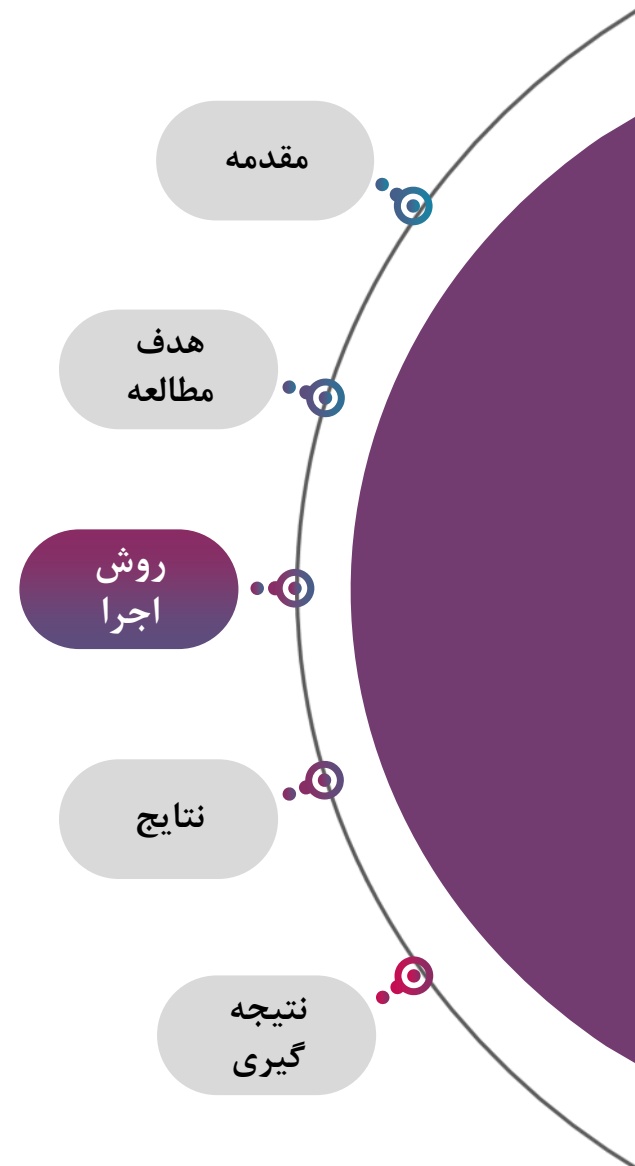
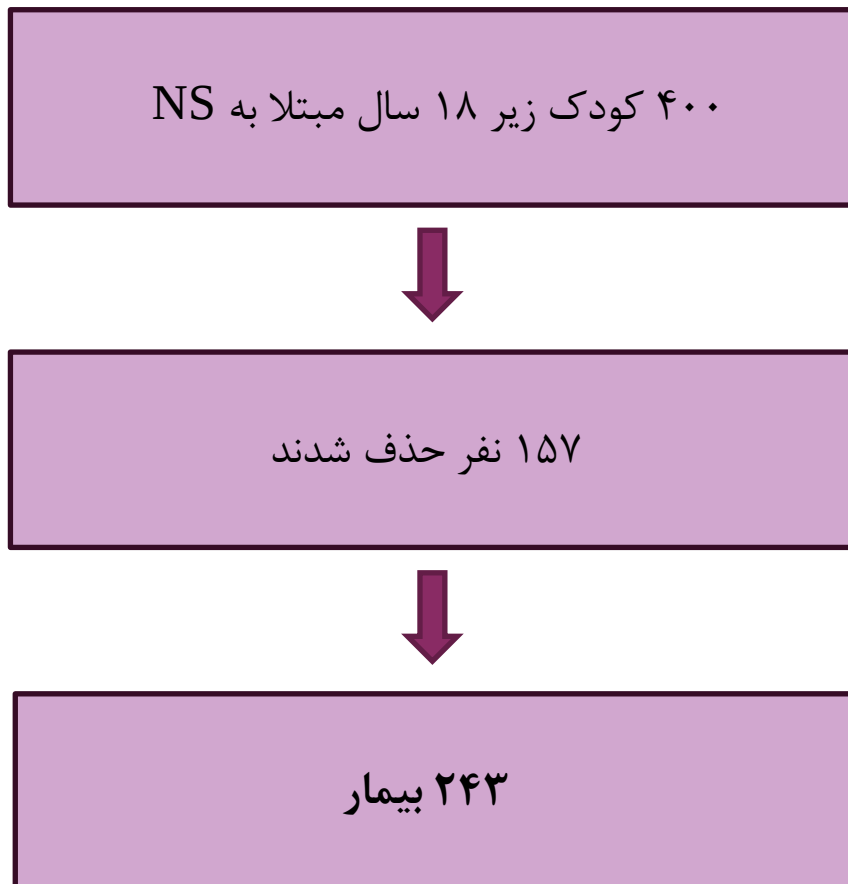
توسعه مدل‌های یادگیری ماشین
(نیمه دوم ۲۰۲۲)

انتخاب الگوریتم‌ها
آموزش مدل‌ها

نگارش مقاله و تحلیل نهایی
(پایان ۲۰۲۲ - اوایل ۲۰۲۳)

تحلیل نتایج
تفسیر یافته‌ها
جمع‌بندی نهایی

جمعیت مورد مطالعه



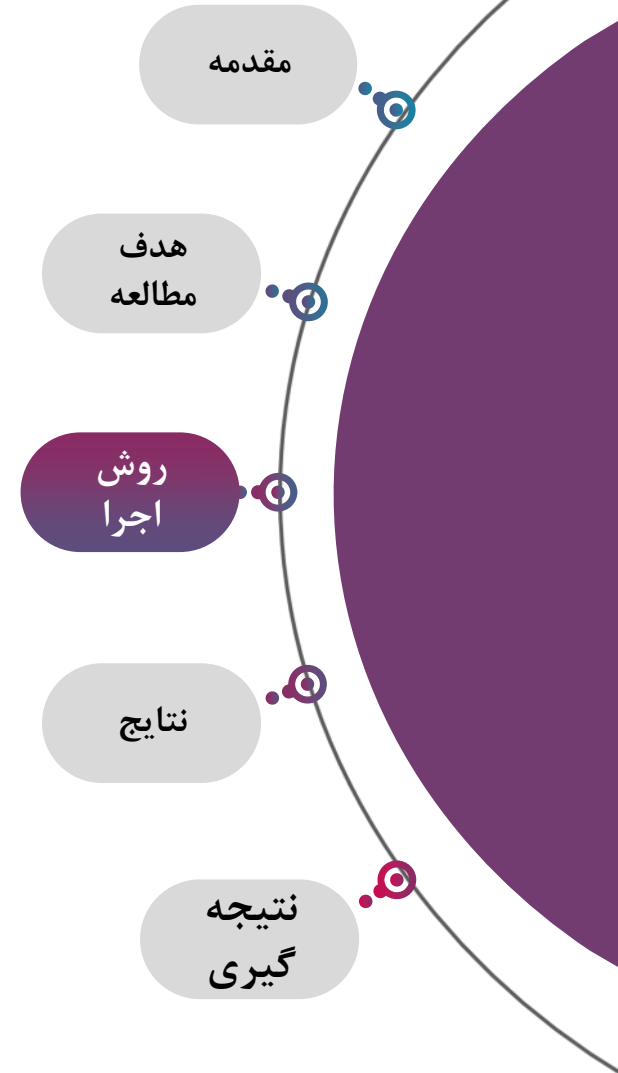
معیارهای ورود و خروج

معیارهای خروج

- بیماران با داده های ناقص
- تشخیص قطعی نشده سندرم

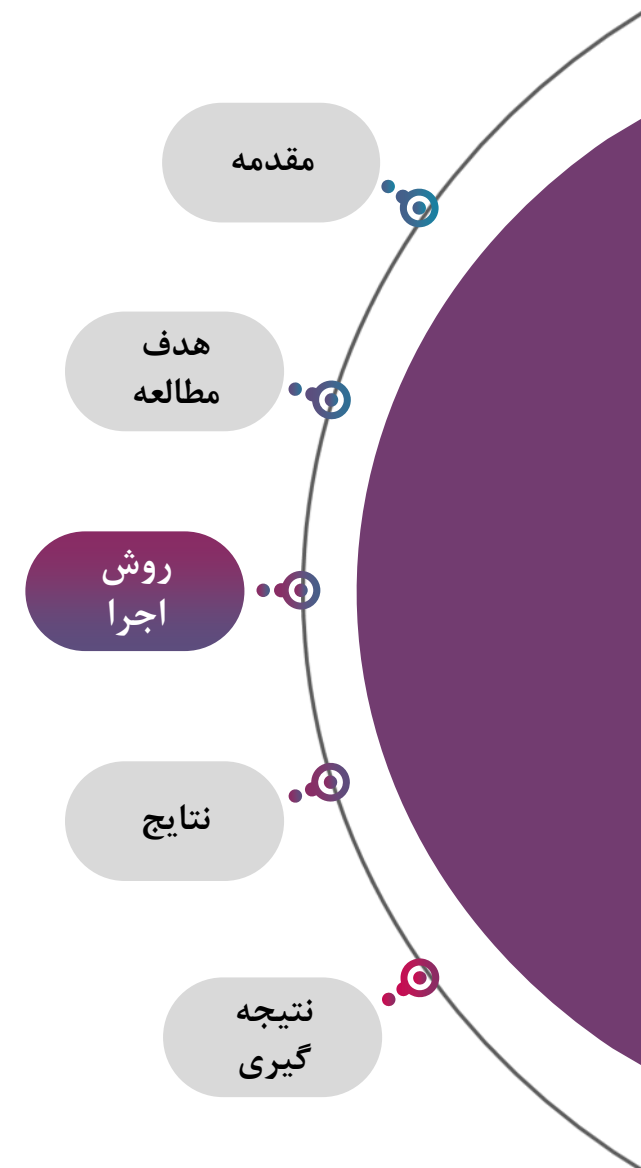
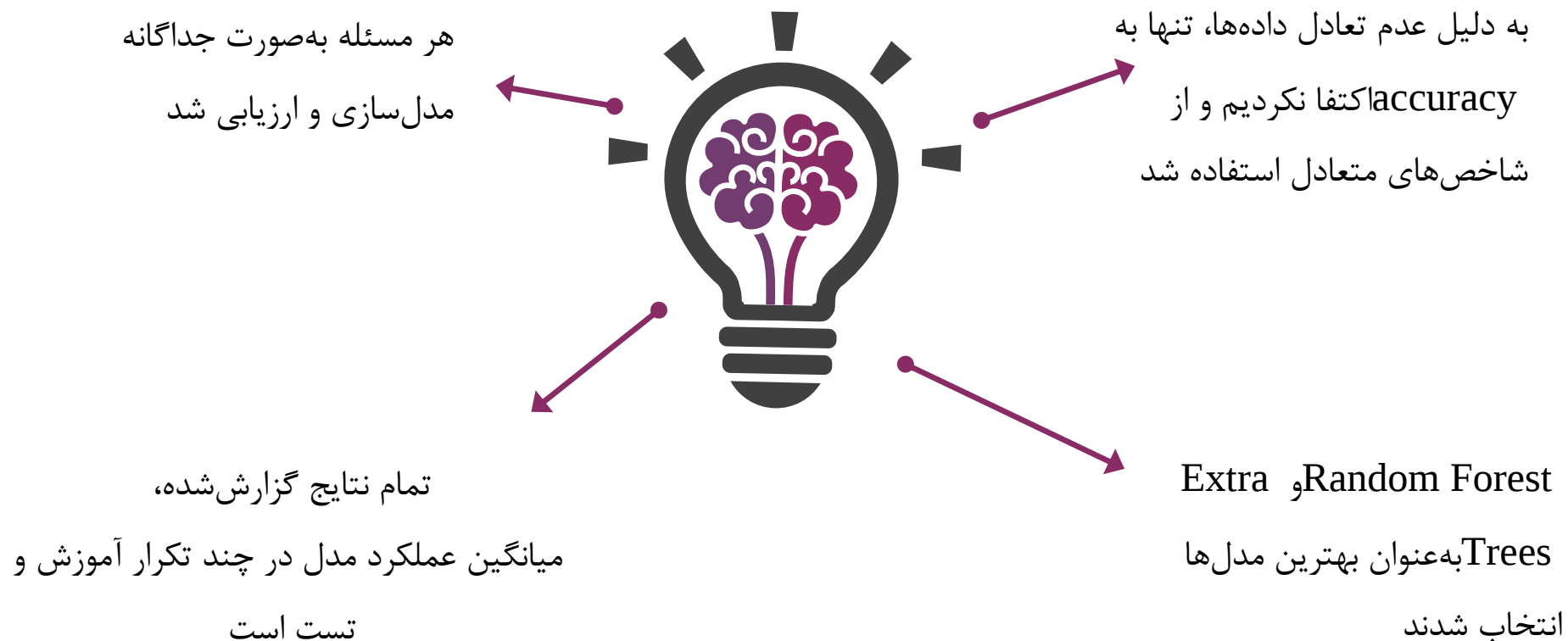
معیارهای ورود

- تشخیص قطعی سندرم نفروتیک توسط متخصص نفرولوژی کودکان
- در دسترس بودن اطلاعات بالینی و آزمایشگاهی



ارزیابی مدل ها

برای ارزیابی پایدار و جلوگیری از بایاس ناشی از عدم تعادل کلاس ها، از روش اعتبارسنجی متقاطع (stratified k-fold cross-validation) استفاده شد.



نتایج

روش اجرا

هدف مطالعه

مقدمه

نتیجه گیری

متغیر های ورودی

Variable	Value	Count	Percentage (%)	Reference Range / Definition
Age	< 1 month	5	2.1%	Neonatal
	< 1 year	37	15.2%	Infant
	< 10 years	166	68.3%	Child
	> 10 years	34	14.0%	Older child
Congenital Conditions	No	200	82.3%	Binary
	Yes	43	17.7%	Binary
Family History of Kidney Disease	No	158	65.0%	Binary
	Yes	85	35.0%	Binary
Albumin (Alb)	Low	194	80.2%	< 2.5 g/dL
	Medium	14	5.8%	2.5–3.5 g/dL
Proteinuria (PR, Urine)	Positive	213	87.7%	≥ 1+ dipstick
	Negative	10	4.1%	< 1+ dipstick

مقدمه

هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

متغیر های خروجی

Variable	Value	Count	Percentage (%)
Nephrotic Syndrome Type (NS)	Resistant to treatment	144	59.3%
	Corticosteroid-dependent	56	23.0%
	Frequent relapses	37	15.2%
	Responded to treatment	6	2.5%
Biopsy Results	Null	84	34.6%
	FSGS	62	25.5%
	MCD	57	23.5%
	MPGN	35	14.4%
	RPGN	3	1.2%
	IgA Nephropathy	1	0.4%
	PSGN	1	0.4%
NS Classification	Primary	167	68.7%
	Secondary	63	25.9%

مقدمه

هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

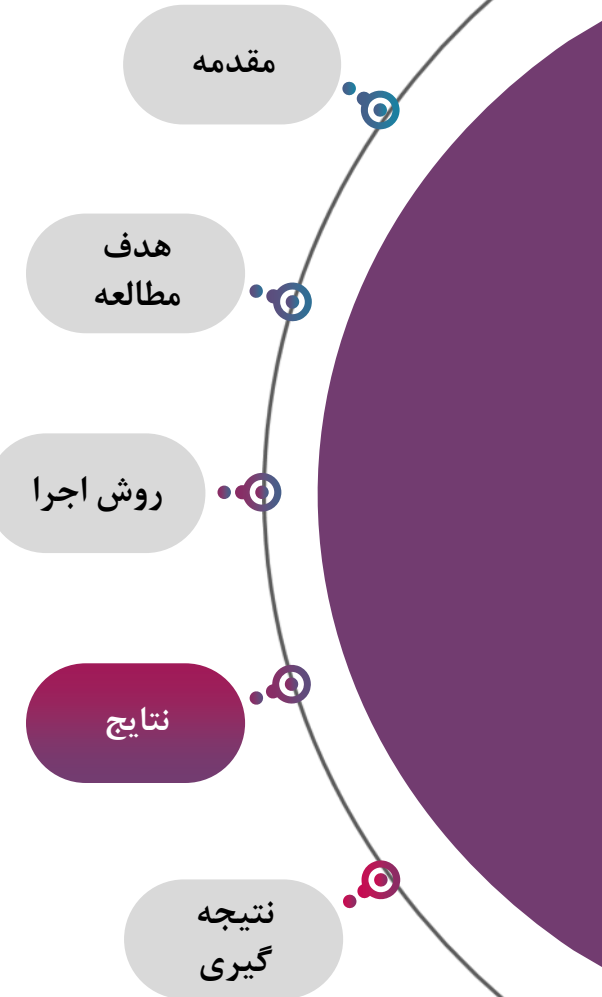
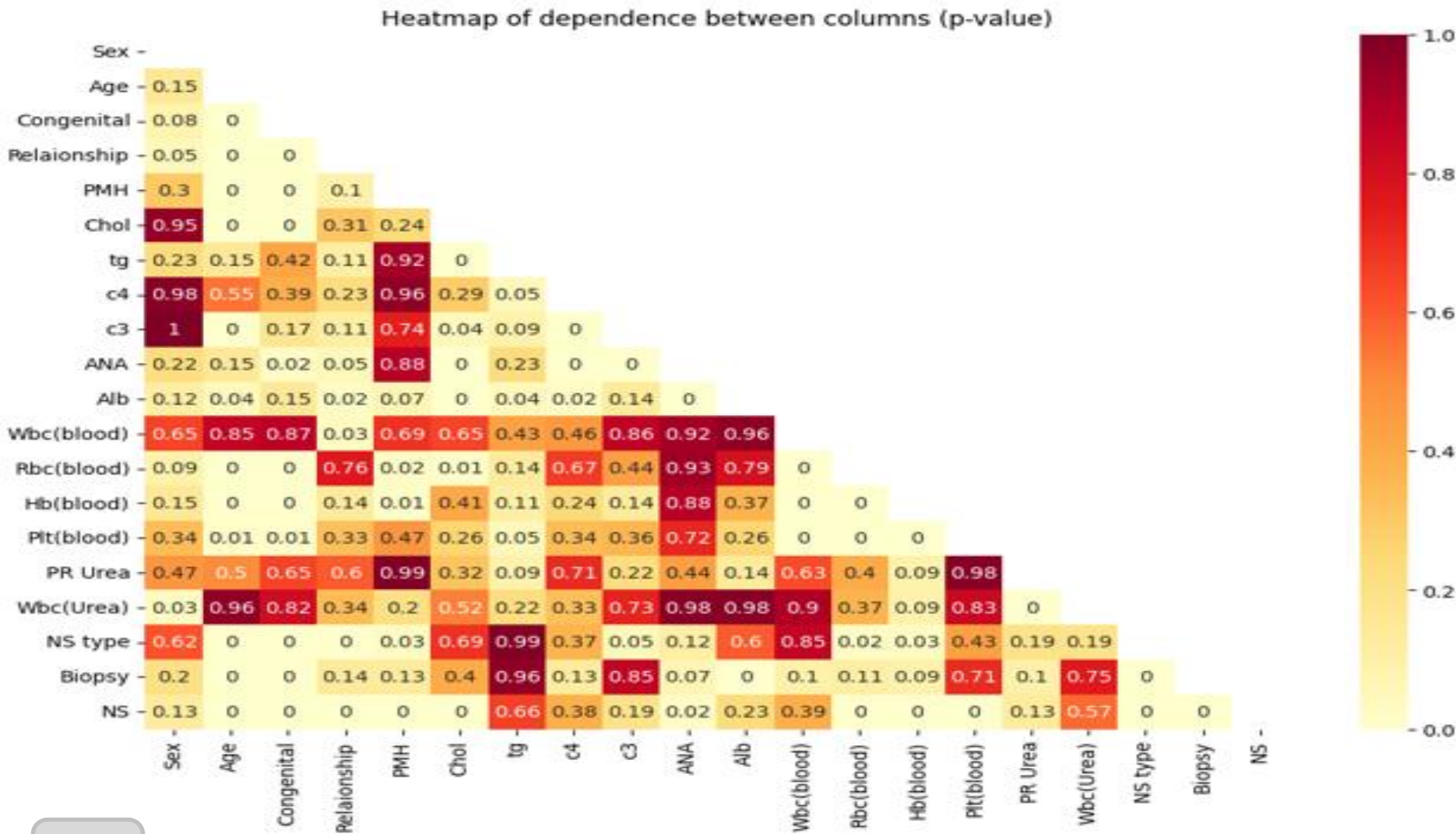


Figure 1: Variable Interconnections in Pediatric Nephrotic Syndrome

مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف ML در تشخیص نوع سندرم نفروتیک

	Model	Accuracy	AUC	Recall	Prec.	F1	Kappa	MCC	TT (Sec)
rf	Random Forest Classifier	0.90	0.94	0.90	0.91	0.89	0.72	0.74	0.57
gbc	Gradient Boosting Classifier	0.90	0.93	0.90	0.92	0.89	0.73	0.76	0.36
lr	Logistic Regression	0.89	0.91	0.89	0.91	0.89	0.72	0.74	0.75
svm	SVM - Linear Kernel	0.89	0.93	0.89	0.90	0.89	0.72	0.73	0.24
ridge	Ridge Classifier	0.89	0.92	0.89	0.90	0.89	0.72	0.73	0.25
et	Extra Trees Classifier	0.89	0.91	0.89	0.89	0.88	0.69	0.71	0.59
lightgbm	Light Gradient Boosting Machine	0.89	0.90	0.89	0.89	0.88	0.69	0.71	0.30
ada	Ada Boost Classifier	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.69	0.69	0.34
lda	Linear Discriminant Analysis	0.88	0.91	0.88	0.89	0.88	0.68	0.70	0.34
dt	Decision Tree Classifier	0.86	0.82	0.86	0.86	0.85	0.62	0.63	0.28
knn	K Neighbors Classifier	0.84	0.84	0.84	0.85	0.84	0.60	0.61	0.29
nb	Naive Bayes	0.69	0.86	0.69	0.81	0.70	0.40	0.46	0.43
qda	Quadratic Discriminant Analysis	0.65	0.71	0.65	0.73	0.67	0.27	0.29	0.32

مقدمه

هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف ML در پیش بینی پاسخ درمان

	Model	Accuracy	AUC	Recall	Prec.	F1	Kappa	MCC	TT (Sec)
rf	Random Forest Classifier	0.80	0.94	0.79	0.80	0.78	0.73	0.73	0.36
et	Extra Trees Classifier	0.80	0.95	0.79	0.80	0.79	0.72	0.73	0.20
lightgbm	Light Gradient Boosting Machine	0.79	0.94	0.79	0.80	0.78	0.71	0.72	0.67
xgboost	Extreme Gradient Boosting	0.77	0.93	0.77	0.79	0.77	0.70	0.71	0.14
gbc	Gradient Boosting Classifier	0.75	0.00	0.75	0.76	0.74	0.67	0.68	0.45
dt	Decision Tree Classifier	0.74	0.83	0.74	0.75	0.73	0.65	0.66	0.04
knn	K Neighbors Classifier	0.72	0.89	0.72	0.76	0.71	0.63	0.65	0.05
ada	Ada Boost Classifier	0.60	0.00	0.60	0.60	0.59	0.46	0.47	0.19
lr	Logistic Regression	0.57	0.00	0.57	0.55	0.54	0.42	0.43	0.63
ridge	Ridge Classifier	0.55	0.00	0.55	0.54	0.50	0.40	0.43	0.03
lda	Linear Discriminant Analysis	0.55	0.00	0.55	0.56	0.53	0.40	0.41	0.04

مقدمه

هدف مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه گیری

مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف ML در پیش بینی نتایج بیوپسی

	Model	Accuracy	AUC	Recall	Prec.	F1	Kappa	MCC	TT (Sec)
et	Extra Trees Classifier	0.67	0.87	0.67	0.70	0.66	0.56	0.58	0.29
rf	Random Forest Classifier	0.64	0.85	0.64	0.65	0.63	0.52	0.54	0.28
gbc	Gradient Boosting Classifier	0.60	0.00	0.60	0.62	0.58	0.47	0.48	0.84
lightgbm	Light Gradient Boosting Machine	0.58	0.79	0.58	0.57	0.55	0.43	0.44	0.67
xgboost	Extreme Gradient Boosting	0.56	0.80	0.56	0.56	0.54	0.41	0.42	0.20
dt	Decision Tree Classifier	0.56	0.71	0.56	0.57	0.54	0.41	0.42	0.10
knn	K Neighbors Classifier	0.51	0.75	0.51	0.53	0.51	0.35	0.35	0.18
ridge	Ridge Classifier	0.48	0.00	0.48	0.52	0.47	0.31	0.32	0.10
lda	Linear Discriminant Analysis	0.48	0.00	0.48	0.48	0.46	0.30	0.31	0.14
ada	Ada Boost Classifier	0.47	0.00	0.47	0.49	0.45	0.29	0.30	0.26

مقدمه

هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

نتیجه گیری

مقدمه

هدف مطالعه

روش اجرا

یافته ها

بحث و نتیجه گیری



محدودیت ها و نقاط قوت

محدودیت ها

- طراحی گذشته‌نگر
- عدم توازن داده‌ها در برخی از متغیرهای خروجی، به‌ویژه در نتایج بیوپسی
- حجم نمونه نسبتاً محدود و ناقص بودن برخی از داده‌های آزمایشگاهی

نقاط قوت

- به‌کارگیری چندین الگوریتم یادگیری ماشین و مقایسه جامع آن‌ها
- تمرکز بر کاربرد بالینی و کاهش نیاز به بیوپسی
- ارزیابی مدل‌ها با شاخص‌های پیشرفته
AUC، MCC، Kappa

مقدمه

هدف
مطالعه

روش اجرا

نتایج

نتیجه
گیری

پیشنهادهای من

انجام مطالعات **multicenter و prospective**

افزودن داده‌های:
ژنتیکی
بیومارکرهای ایمنی

پیاده‌سازی مدل به صورت **Clinical Decision Support System** در مراکز
درمانی



با سپاس از
توجه شما