

نیروگاه های خورشیدی و تاثیرات آن بر فرودگاه و عملیات هوانوردی

شرکت فرودگاه ها و ناوبری هوایی ایران

دفتر ایمنی و انطباق مقررات عملیاتی

محمد قشقایی

تابستان ۱۴۰۵

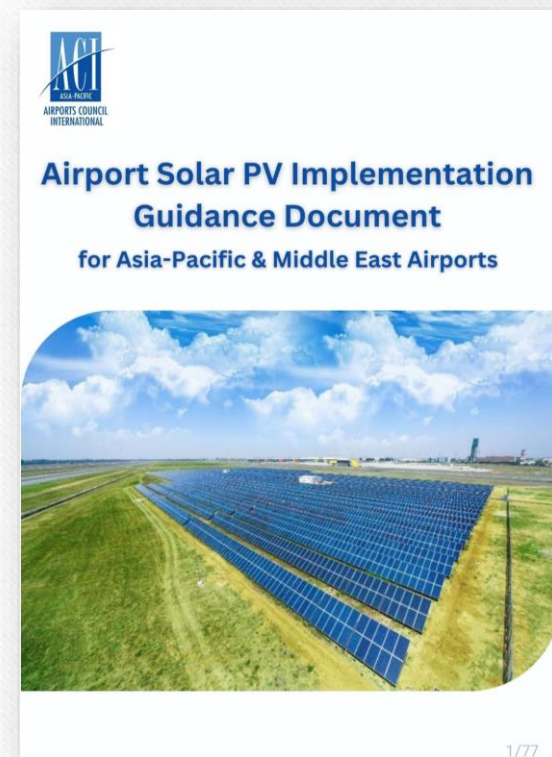
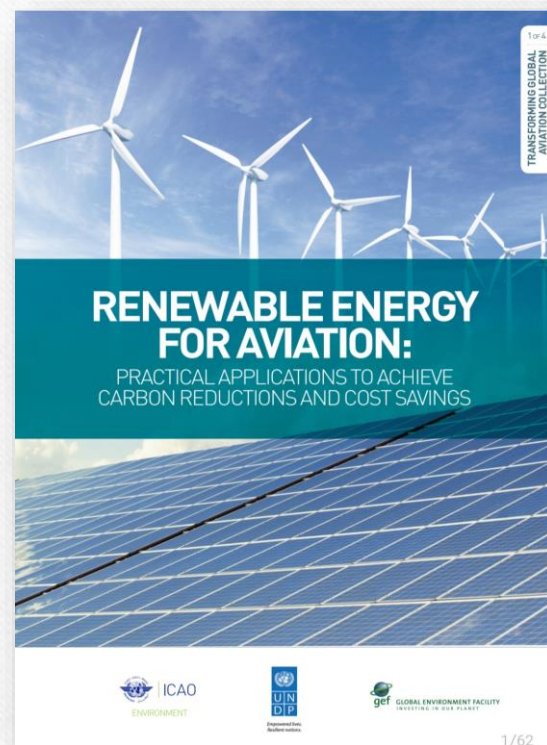
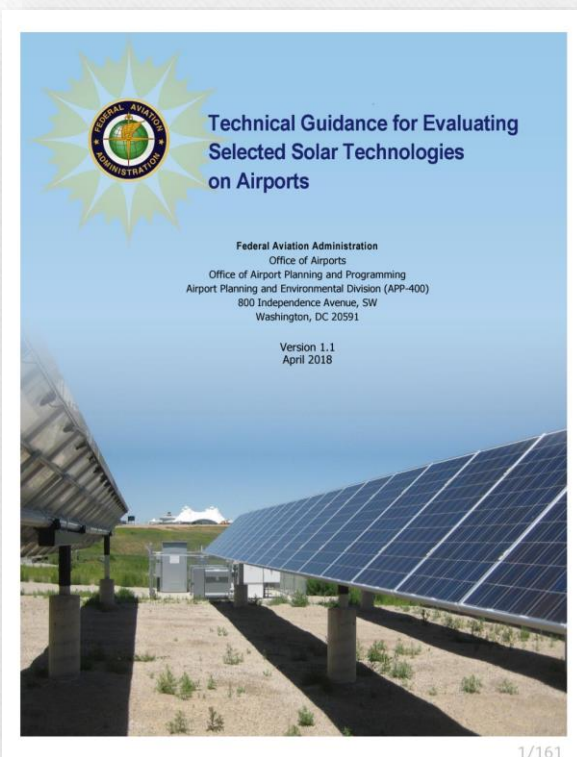
مقدمه

- تغییرات آب و هوایی و ضرورت کاهش مصرف سوخت های فسیلی
- الزامات نصب و بهره برداری از نیروگاه های خورشیدی
- الزامات بین المللی و ملی درخصوص بهره برداری از اراضی اطراف فرودگاه
- الزامات و استانداردهای هوانوردی و ایمنی عملیات پروازی

ادامه ...

- براساس گزارشات و ارزیابی ریسک های صورت گرفته در صنعت هوانوردی، بازتاب نور از صفحات خورشیدی در اطراف فرودگاه ها باعث ایجاد خیرگی و تاثیرگذاری نامطلوب بر ایمنی و عملیات پروازی می گردد. شایان ذکر است، خیرگی ایجاد شده توسط صفحات خورشیدی نه تنها بر عملکرد خلبان ها تاثیر نامطلوب داره بلکه باعث از دست رفتن دید مناسب کنترل های برج مراقبت فرودگاه در زمان انجام عملیات پرواز نیز می گردد.
- صفحات و نیروگاه های خورشیدی همچنین باعث ایجاد میدان های مغناطیسی می گردد (EMC) که بر ارسال و دریافت سیگنال های هوانوردی تاثیر مخرب دارند و باعث بروز اختلال می گردند.
- همچنین، با توجه به ایجاد تغییرات در محیط طبیعی و ایجاد شرایط مناسب برای زندگی جانوران، بخشی از حیوانات نسبت به ایجاد لانه و زندگی در اطراف فرودگاه اقدام می کنند.

منابع و رفرنس های هوانوردی



سوابق بروز خیرگی و تاثیرات آن



فرودگاه شیفرول، آمستردام

- تعطیلی باندهای فرودگاه در بخشی
از ساعات روز به علت بروز خیرگی

باند فرودگاه



تحلیل و ارزیابی های مورد نیاز

- **تحلیل کیفی (Qualitative Analysis)**

- بررسی میزان تاثیر بر خلبان ها، برج مراقبت و سایر بخش های فرودگاه

- **بررسی موقعیت نصب صفحات**

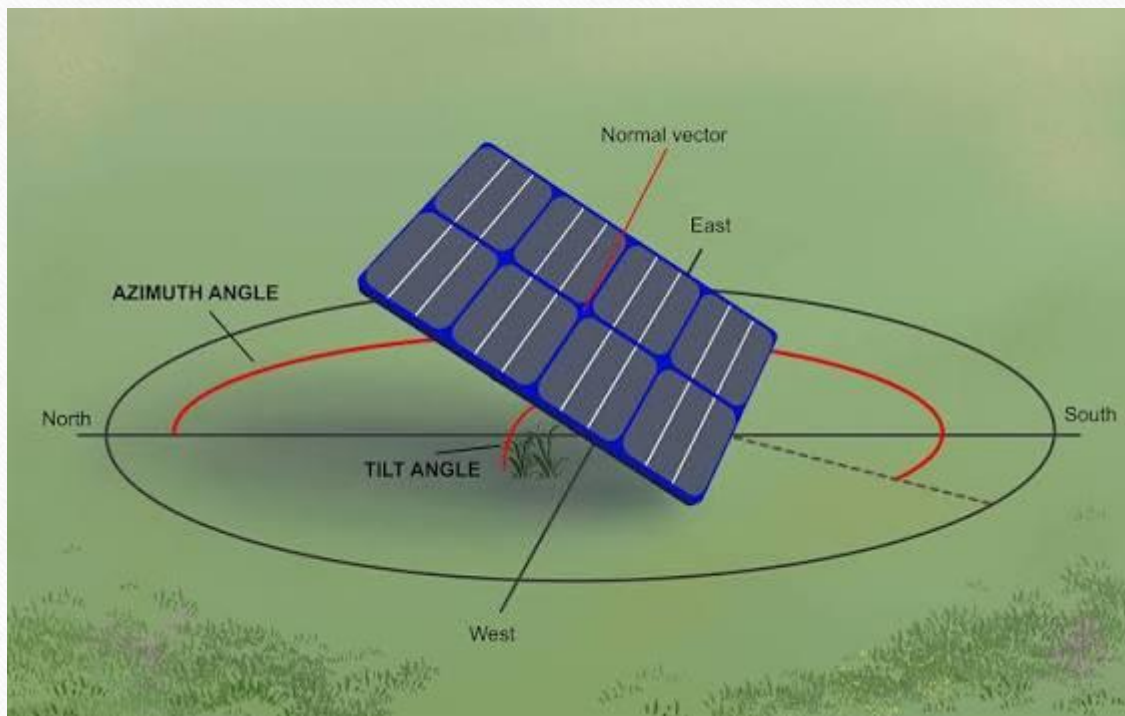
- با دیدگاه بررسی اثر بازتاب نور بر پرسنل برج مراقبت و تامین دید مناسب آن ها

- تعیین فاصله مجاز و مورد نیاز تا ایستگاه های CNS و رادار

- **تحلیل هندسی (Geometric Analysis)**

- به منظور تعیین روزها و ساعاتی که به علت وضعیت خورشید در آسمان، باعث بروز پدیده خیرگی می شود

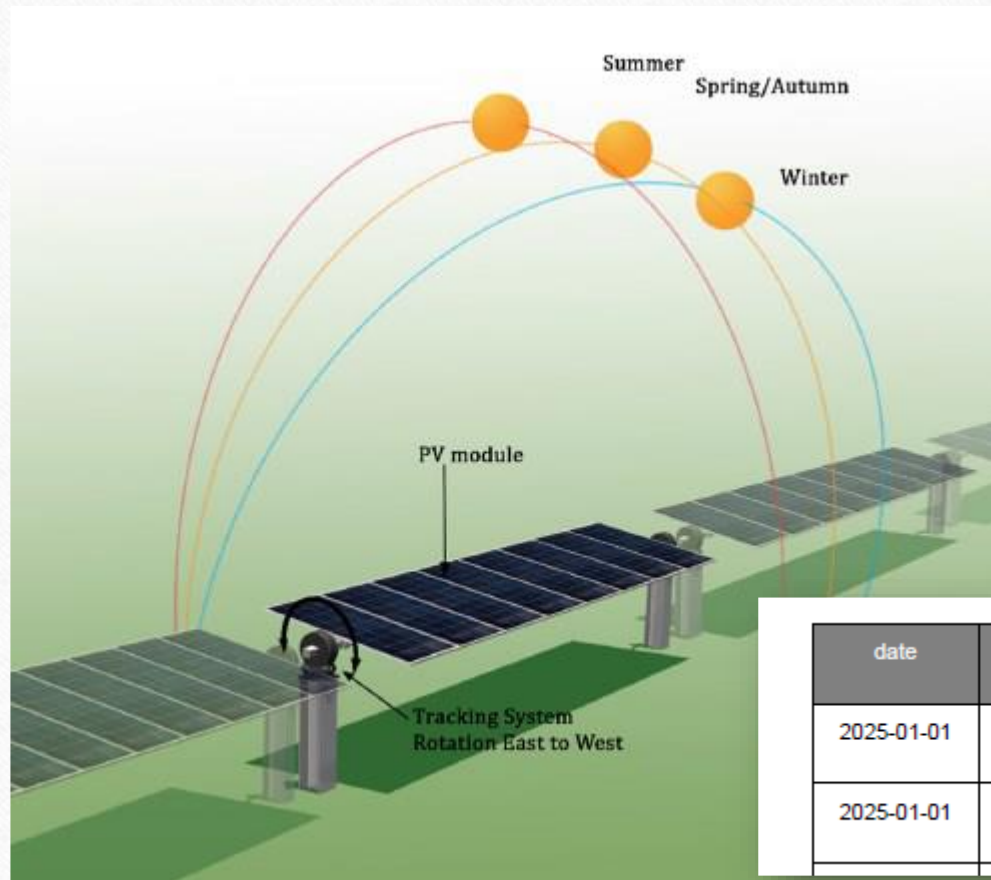
ارزیابی و محاسبات تخصصی و حرفه ای



• نصب صفحات خورشیدی

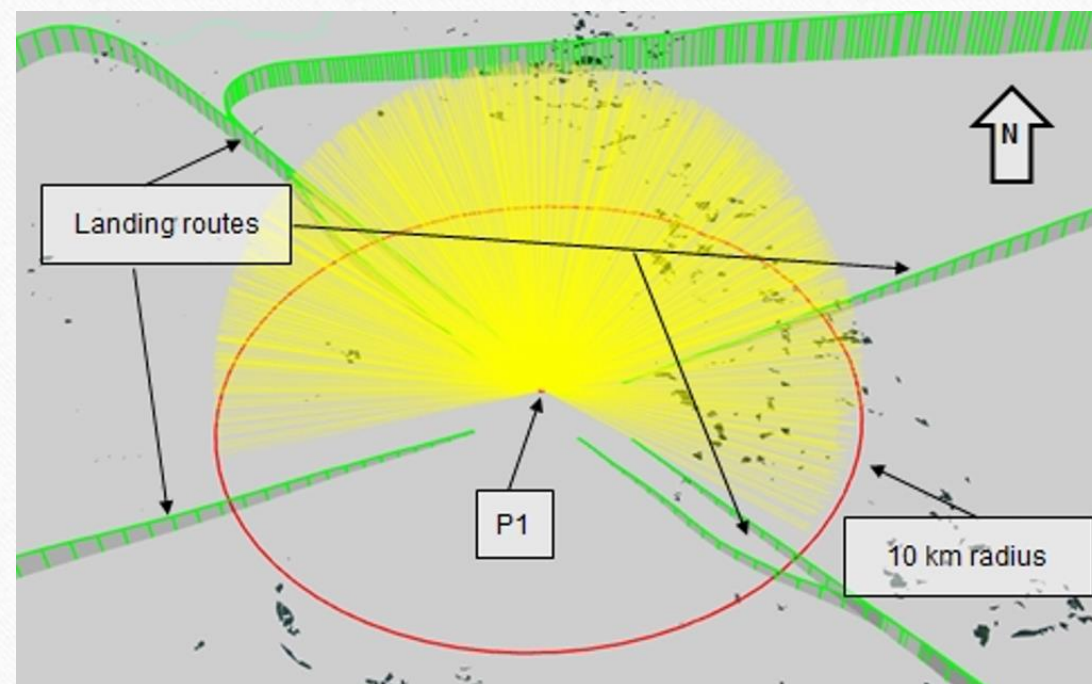
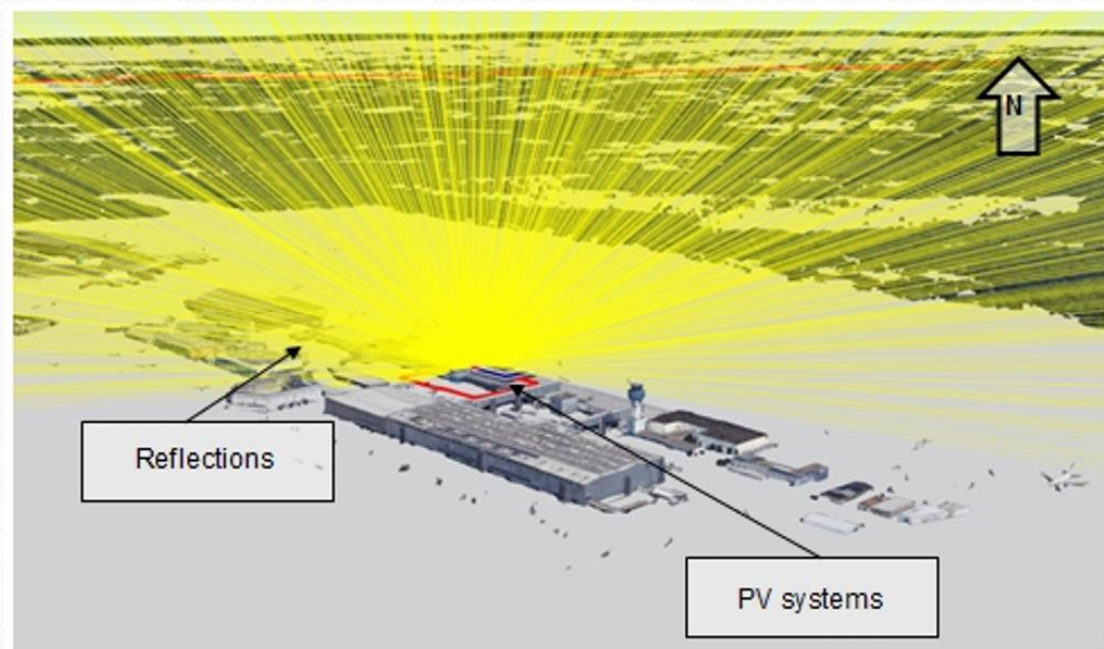
- جهت نصب (جنوب - ۱۸۰ درجه)
- زاویه سطح پنل ها نسبت به افق
- محاسبه مسیر و میزان بازتاب صفحات

مسیر حرکت و ارتفاع خورشید در آسمان

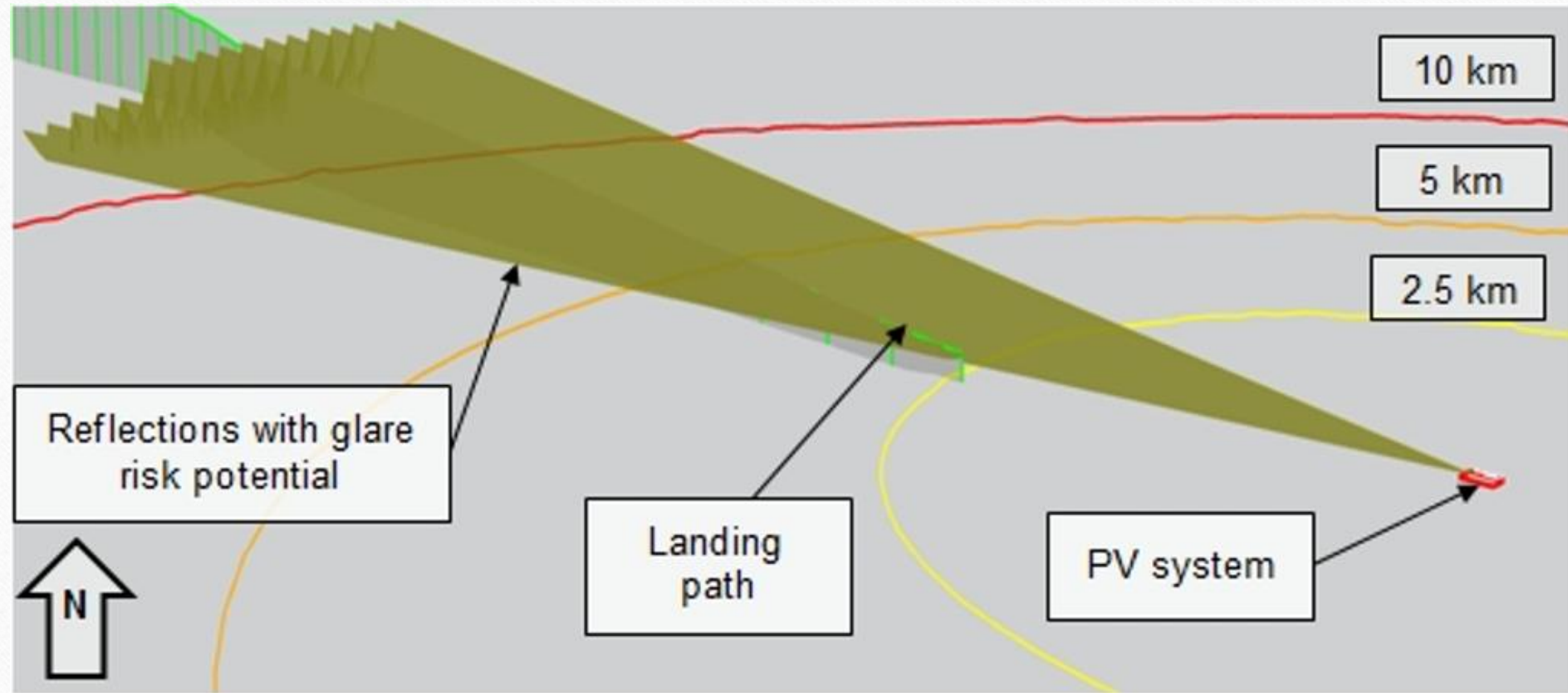


با توجه به ثابت بودن پنل های
خورشیدی

date	time	sun_azimuth_deg	sun_elevation_deg	reflection_azimuth_deg	reflection_elevation_deg
2025-01-01	05:00	101.94	-25.58	118.04	1.24
2025-01-01	06:00	108.89	-13.43	110.65	-10.44



تأثیر بازتاب صفحات بر مسیرهای نشست و برخاست



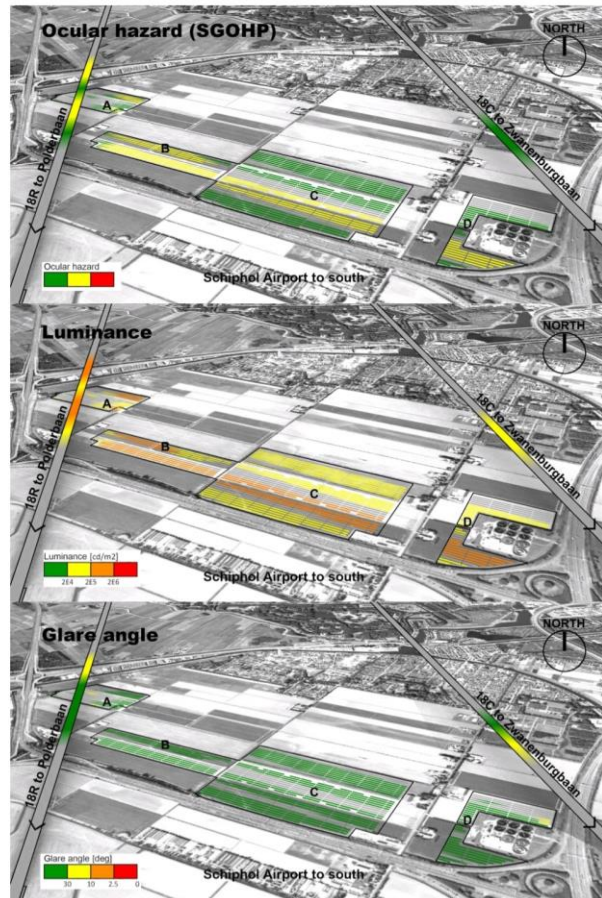
تعیین
فواصل
بحرانی
و حساس
در
اطراف
فرودگاه

date	time	sun_azimuth_deg	sun_elevation_deg	reflection_azimuth_deg	reflection_elevation_deg	
2025-01-01	05:00	101.94	-25.58	118.04	1.24	
2025-01-01	06:00	108.89	-13.43	110.65	-10.44	

reflection_irradiance_W_m2	panel_azimuth_deg	panel_tilt_deg	panel_height_m	
0.0	180	32	1.2	
0.0	180	32	1.2	

UGR_equiv_3pct	Assumed_reflectance_pct	Reflection_in_200_260_W_m2
-10.0	3.0	0.0
-10.0	3.0	0.0
-10.0	3.0	0.0

بهره برداری از نرم افزارهای تحلیل خیرگی و بازتاب نور



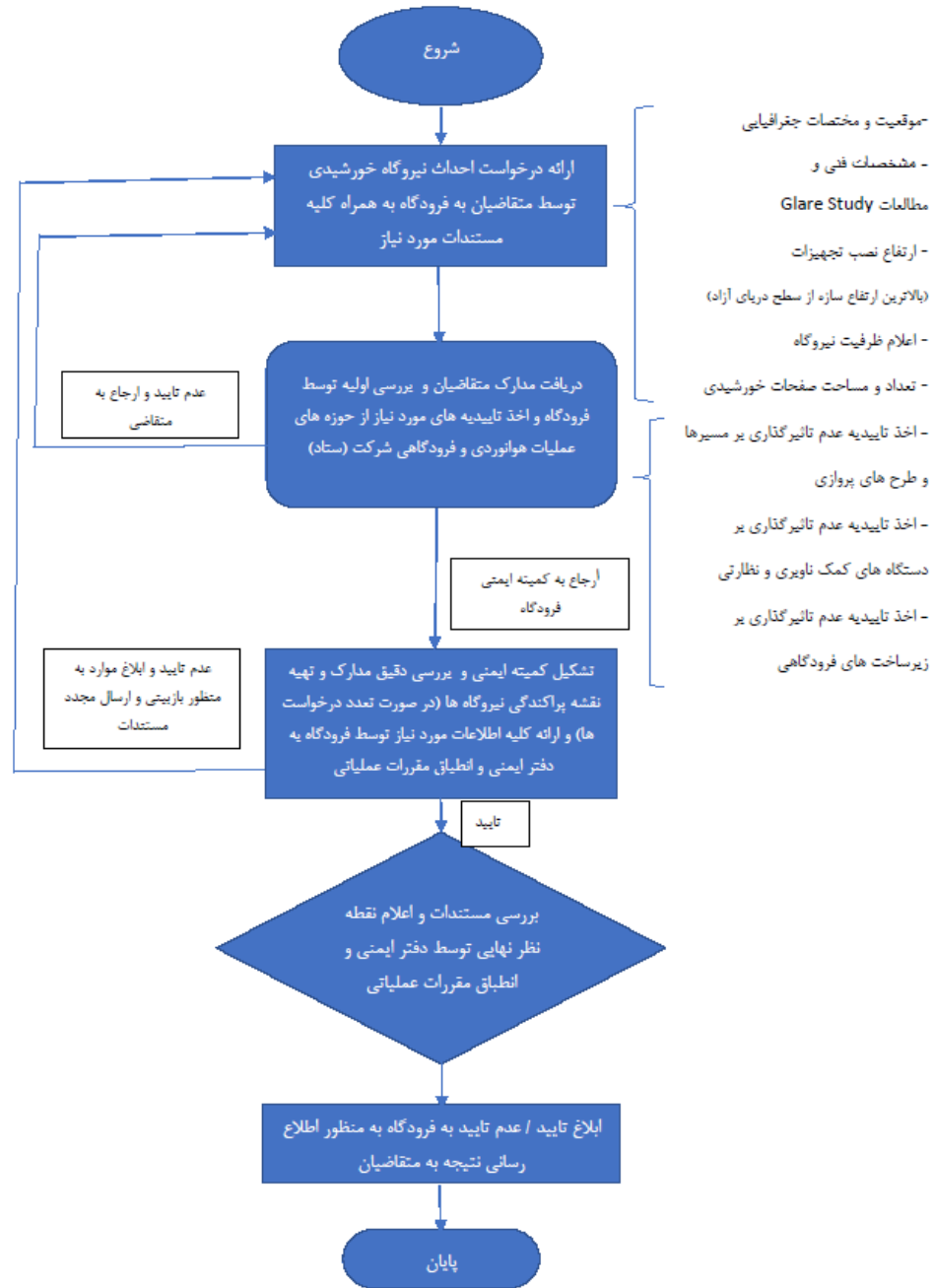
- استفاده از نرم افزارهای تحلیل بازتاب صفحات و کنترل خیرگی
- نمونه: Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT)
- تعیین مناطق بدون مخاطره، با مخاطره کم، متوسط و زیاد

نمونه مطالعه انجام شده در فرودگاه اصفهان

date	time	sun_azimuth_deg	sun_elevation_deg	reflection_azimuth_deg	reflection_elevation_deg	reflection_irradiance_W_m2	panel_azimuth_deg	panel_tilt_deg	panel_height_m	UGR_equiv_3pct	Assumed_reflectance_pct	Reflection_in_200_260_W_m2
2025-01-01	05:00	101.94	-25.58	118.04	1.24	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	06:00	108.89	-13.43	110.65	-10.44	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	07:00	116.38	-1.79	103.97	-22.67	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	08:00	124.93	9.06	97.48	-35.26	4.73	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	09:00	135.09	18.74	90.45	-48.04	9.64	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	10:00	147.35	26.66	81.35	-60.81	13.46	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	11:00	161.93	32.08	64.69	-73.1	15.93	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	12:00	178.23	34.27	10.04	-81.59	16.89	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	13:00	194.72	32.84	301.58	-75.49	16.27	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	14:00	209.76	28.05	281.21	-63.48	14.11	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	15:00	222.52	20.6	271.25	-50.74	10.55	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	16:00	233.09	11.24	263.96	-37.94	5.85	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-01	17:00	241.94	0.6	257.43	-25.3	0.32	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.32
2025-01-01	18:00	249.62	-10.89	250.84	-12.97	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	05:00	101.8	-25.64	118.03	1.37	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	06:00	108.76	-13.48	110.63	-10.3	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	07:00	116.25	-1.83	103.94	-22.54	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	08:00	124.79	9.04	97.43	-35.13	4.71	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	09:00	134.94	18.73	90.39	-47.9	9.64	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	10:00	147.2	26.68	81.27	-60.68	13.47	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	11:00	161.78	32.14	64.63	-72.96	15.96	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	12:00	178.1	34.36	10.66	-81.48	16.93	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-01-02	13:00	194.62	32.96	302.12	-75.52	16.32	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0

date	time	sun_azimuth_deg	sun_elevation_deg	reflection_azimuth_deg	reflection_elevation_deg	reflection_irradiance_W_m2	panel_azimuth_deg	panel_tilt_deg	panel_height_m	UGR_equiv_3pct	Assumed_reflectance_pct	Reflection_in_200_260_W_m2
2025-05-11	08:00	90.0	34.7	58.1	-14.45	17.08	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	09:00	98.99	47.28	47.51	-24.67	22.04	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	10:00	111.82	59.45	34.33	-33.08	25.84	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	11:00	134.44	70.13	18.14	-38.77	28.21	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	12:00	180.82	75.24	359.73	-40.76	29.01	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	13:00	226.54	69.88	341.36	-38.63	28.17	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	14:00	248.92	59.14	325.27	-32.83	25.75	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	15:00	261.39	46.94	312.19	-24.34	21.92	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	16:00	270.33	34.38	301.69	-14.08	16.94	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	17:00	278.0	21.81	293.01	-2.68	11.14	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-11	18:00	285.43	9.47	285.46	9.43	4.93	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-12	05:00	66.83	-2.02	81.29	21.65	0.0	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-12	06:00	74.68	9.89	74.22	9.13	5.15	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-12	07:00	82.08	22.25	66.63	-2.94	11.36	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-12	08:00	89.73	34.83	57.9	-14.29	17.13	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-12	09:00	98.67	47.4	47.32	-24.48	22.08	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0
2025-05-12	10:00	111.21	59.6	34.17	-32.86	25.88	180	32	1.2	-10.0	3.0	0.0

فرآیند نصب و راه اندازی نیروگاه های خورشیدی با ظرفیت بیش از 60KW خارج از محاط فرودگاهی (سرمایه گذاری بخش خصوصی) و تا شعاع 15 کیلومتری اطراف فرودگاه



• فلوچارت تایید نیروگاه های با ظرفیت بیش از ۶۰ کیلووات در اطراف فرودگاه

با سپاس از توجه شما

- E-mail: mghashghaei@airport.ir
- [Tel: 02163148929](tel:02163148929)
- Mohammad Ghashghaee