



## تحلیل و ساخت الگوهای پارامتریک در ایجاد نمای دوم به منظور کنترل نور در فضای داخلی مسکن

مژده صفایی تبار<sup>۱</sup>، نریمان فرحزاد<sup>۲</sup> و علی اکبر کوششگران<sup>۳</sup>

**چکیده:** در این مقاله سعی بر آن شده است که کاربرد رایانه در فرایند تحلیل و ساخت الگوهای پارامتریک در ایجاد جداره دوم در پاسخ به نور در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد. این بررسی در دو بخش طراحی الگوهای پارامتریک و ساخت دیجیتال مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش اول به منظور برای بررسی دقیق روش تحقیق شبیه سازی از طریق طراحی پارامتریک با استفاده از افزونه Grasshopper مورد توجه قرار گرفت. برای ساخت نمای پارامتریک، بر مبنای حرکت خورشید در طول روز در ماه‌های مختلف و بر مبنای نیازهای نوری هر فضا این الگوریتم در نرم‌افزار Grasshopper و افزونه Honeybee نوشته شد. در واقع پس از ساخت کلیت مدل در Grasshopper به منظور تعیین دقیق میزان بازشوها از پلاگین Honeybee استفاده شد. برای بررسی دقیق تر گشودگی‌ها دو گونه مسکن شمالی و جنوبی انتخاب گردید و تفاوت‌های نورگیری در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. به عنوان مثال در این دو نمودار وضعیت نورگیری در دو گونه مسکن شمالی و جنوبی قبل (نمودار اول) و بعد از اضافه شده پوسته برای دو طبقه اول و پنجم (نمودار دوم و سوم) نشان داده شده است. این دو نمودار نشان می‌دهد که استفاده از پوسته مشبک نور مزاحم را تا حد زیادی کنترل می‌نماید و سبب رسیدن به حد بهینه نورگیری و کاهش خیرگی، خصوصا در فصل زمستان برای فضا می‌گردد.

**واژگان کلیدی:** الگو، طراحی پارامتریک، نمای دوم، نور، مسکن.

1 کارشناسی ارشد، رشته معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول) Mojde\_safae2013@yahoo.com

2 استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

3 استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

## 1- مقدمه

نما در معماری واحدهای مسکونی یکی از اجزای بسیار مهم به شمار می‌رود که می‌تواند نقشی مؤثر در کنترل نور و انرژی ایفا نماید. حال آن که نماهایی که امروزه به ویژه برای مسکن طراحی می‌شوند، بدون توجه به این موارد طراحی شده و گاه تنها پوسته‌ای بر روی ساختمان کشیده می‌شود. امروزه طراحی نماهای پارامتریک بحثی گسترده در طراحی نماهای سیال را به وجود آورده است. نماهایی که می‌تواند نسبت به موارد مختلف حساس باشد و بر اساس آن طراحی شود. یکی از این موارد عبارتند از کنترل نور که مورد بررسی در این مقاله نیز است. در این مقاله سعی شده است که با استفاده از نرم‌افزار طراحی پارامتریک گرس هاپر و افزونه هانی بی، بازشوهای نما با توجه به میزان نور مطلوب در ساعات مختلف و ماه‌های سال به گونه‌ای مطلوب تنظیم گردد که بتواند برای فضاهای مختلف با توجه به نیاز نوری متفاوت کاربرد داشته باشد.

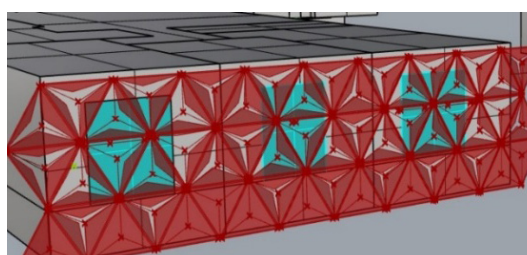
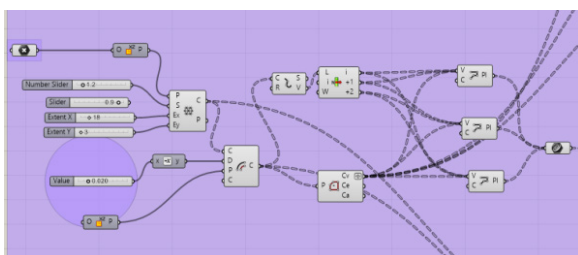
پیرامون مبحث نور و طراحی جداره دوم به منظور کنترل نور مزاحم مقالات و منابع مختلفی بررسی گردید. از جمله مقالاتی که بر روی الگوهای پارامتریک در نما کار کرده‌اند، می‌توان به پایان نامه (میراث دوگانه: تحقیقی در خصوص اعتبار پنجره‌های مشربیه برای بحرین) (Almerbati, 2016) اشاره نمود. در این پایان نامه پنجره‌های دو جداره مشربیه از حیث نور و انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین در پایان نامه (طراحی نما با استفاده از سیستم‌های رایانه‌ای با استفاده از ردیابی مسیر خورشید) (Tashakori, 2014) با استفاده از مدل‌سازی پیشرفته و ابزارهای محاسباتی همچون گرس هاپر و اکوتکت بهینه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین احدی و مسعودی نژاد در مقاله‌ای تحت عنوان (طراحی صحیح پنجره به منظور دستیابی به میزان نور روز مناسب در

خانه‌های آپارتمانی در شهر تهران) میزان نور مناسب و راه‌های فراهم آوردن آن در خانه‌های مسکونی در شهر تهران را مورد بررسی قرار می‌دهد (Ahadi, 2016).

## 2- روش تحقیق

روش تحقیق به کار گرفته شده در این پژوهش روش تحقیق مدل‌سازی است که از طریق طراحی پارامتریک با استفاده از نرم‌افزار گرس هاپر و افزونه هانی بی به مدل‌سازی و آنالیز نور و انرژی پرداخته می‌شود. به این گونه که ابتدا دو گونه مسکن شمالی و جنوبی در نرم‌افزار راینو مدل‌سازی شده، پس از آن از طریق نرم‌افزار گرس هاپر و هانی بی آنالیزهای نوری و انرژی گرفته شده است. علت انتخاب این نرم‌افزار بحث پارامتریک بودن آن است، به نحوی که با تغییر هر کدام از موارد مورد آنالیز از جمله ابعاد پوسته طراحی شده نرم‌افزار خود مجدداً آنالیز را انجام می‌دهد و نیازی به مدل‌سازی جدید نیست. به این صورت که برای ساخت این پوسته پارامتریک، این الگوریتم در نرم‌افزار گرس هاپر نوشته شد، این مدول بر مبنای حرکت خورشید در طول روز در ماه‌های مختلف و بر مبنای نیاز گرمایشی و سرمایشی طراحی گردید. در واقع پس از ساخت کلیت مدل پوسته در گرس هاپر به منظور تعیین دقیق میزان بازشوها از افزونه هانی بی که بر روی نرم‌افزار گرس هاپر نصب می‌شود، استفاده گردید.

برای طراحی دقیق پوسته بر مبنای آنالیز نور و انرژی، چند پارامتر در نظر گرفته شد: اول تعداد بازشوهای گره، دوم میزان گشودگی هر گره و سوم جانمایی گره‌ها. جانمایی گره‌ها با توجه به وضعیت قرار گیری پنجره‌ها برای نرم‌افزار تعریف گردید. تعداد بازشوها و میزان گشودگی با استفاده از افزونه گالاپاگوس بر اساس روشی متفاوت هر طبقه به عنوان متغیر در نظر گرفته شد. مقداری که روشیایی مطلوب را برای هر طبقه تأمین می‌کرد، به عنوان میزان



شکل 1- تبدیل مدول ایجاد شده پوسته به حجم در گرس هاپر

Fig.1- Converting the Modulus of Crust to Volume in Grasshopper

فاصله مناسب نسبت به خانه‌های اطراف دریافت می‌کنند و بدین منظور نورگیری این جبهه مطلوب است. اما در جبهه رو به نور شمال با توجه به قرار گیری توده در پشت بنا نور شمال را با فاصله حداکثر 10 متر از خانه مجاور دریافت می‌کند. بنابراین این جبهه از نظر نورگیری وضعیت مطلوبی ندارد. شکل زیر طراحی پوسته را برای طبقات اول تا پنجم در مسکن عرفی شمالی را نشان می‌دهد. همان گونه که دیده می‌شود، بر اساس میزان نورگیری متفاوت طبقات ابعاد بازشوها تغییر نموده‌اند. در شکل‌های زیر وضعیت پوسته در خانه شمالی نشان داده شده است.

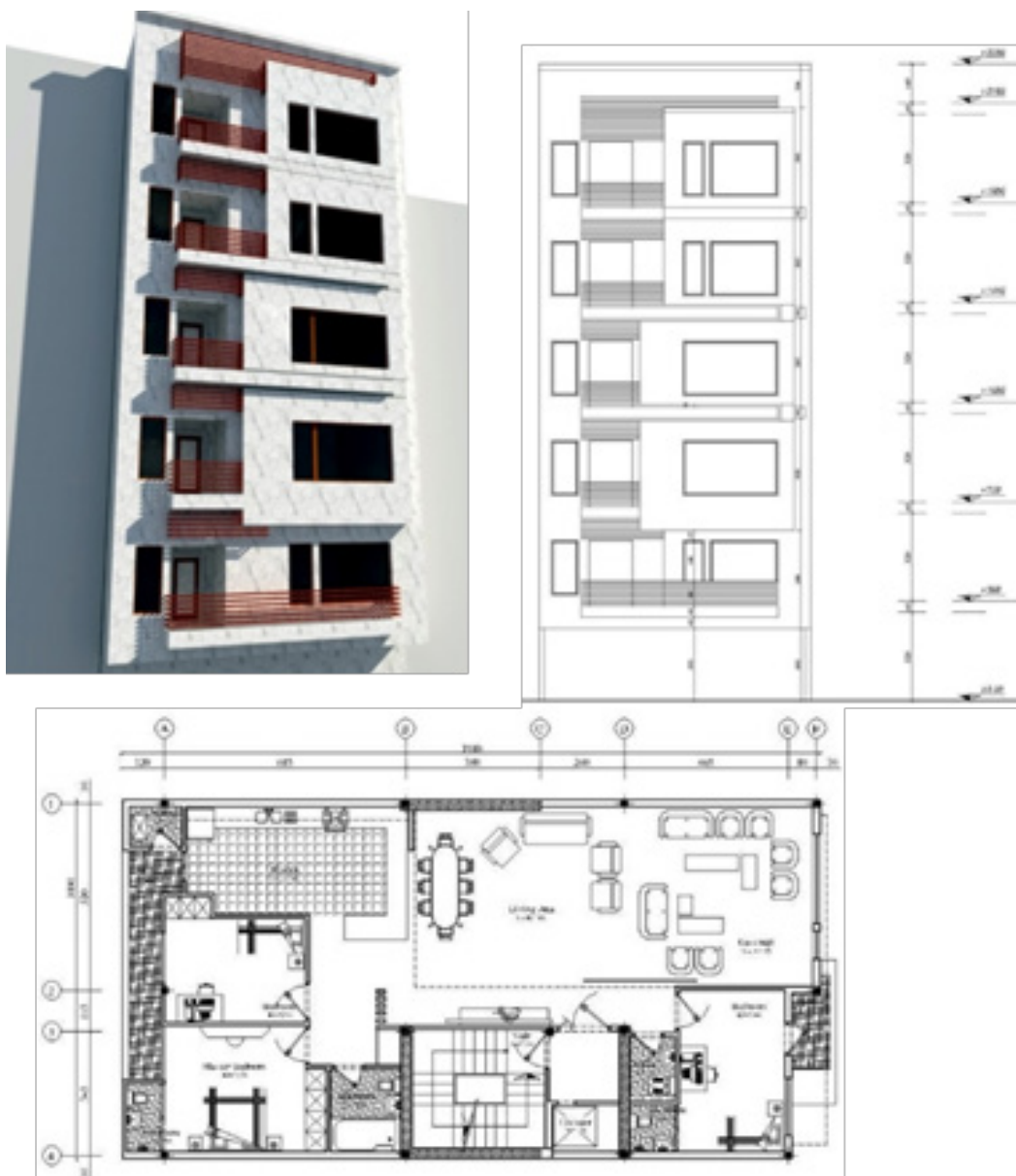
گشودگی استاندارد برای هر طبقه انتخاب گردید.

### 3- نتایج و بحث

برای بررسی دقیق گشودگی‌ها دو گونه مسکن شمالی و جنوبی انتخاب گردید و تفاوت‌های گشودگی در آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

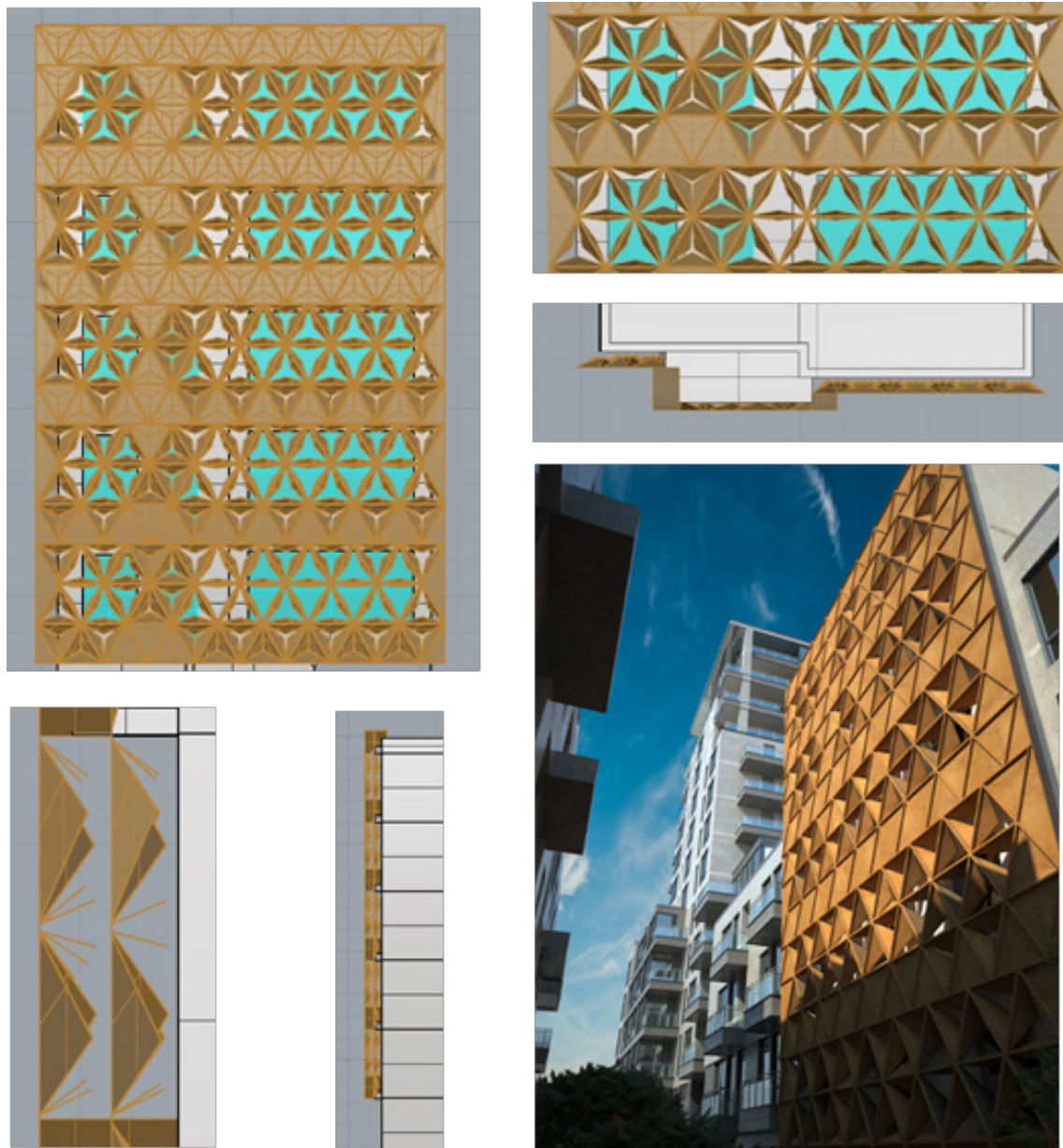
#### مسکن شمالی

اولین نمونه مورد بررسی با جهت گیری شمالی جنوبی و در اصطلاح خانه شمالی است که ابتدا پس از گذر از فضای باز (حیاط) می‌توان به توده وارد شد. از نظر نورگیری این خانه‌ها در جبهه شمالی رو به سمت خیابان نور جنوب را با



شکل 2- مسکن شمالی

Fig.2-North housing

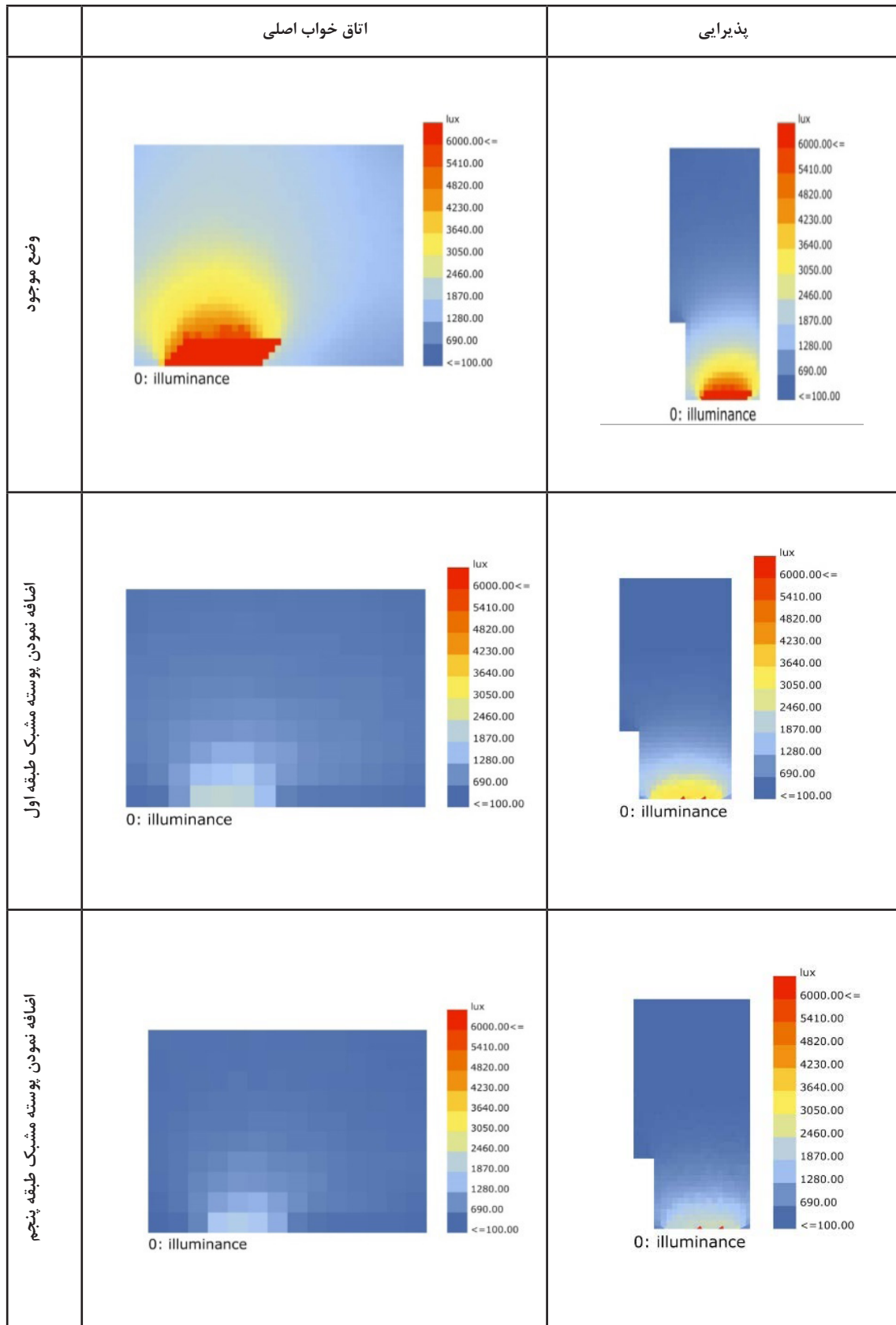


شکل 3- طراحی پوسته مشبک برای مسکن شمالی

Fig.3-Shell Skin Design for the North housing

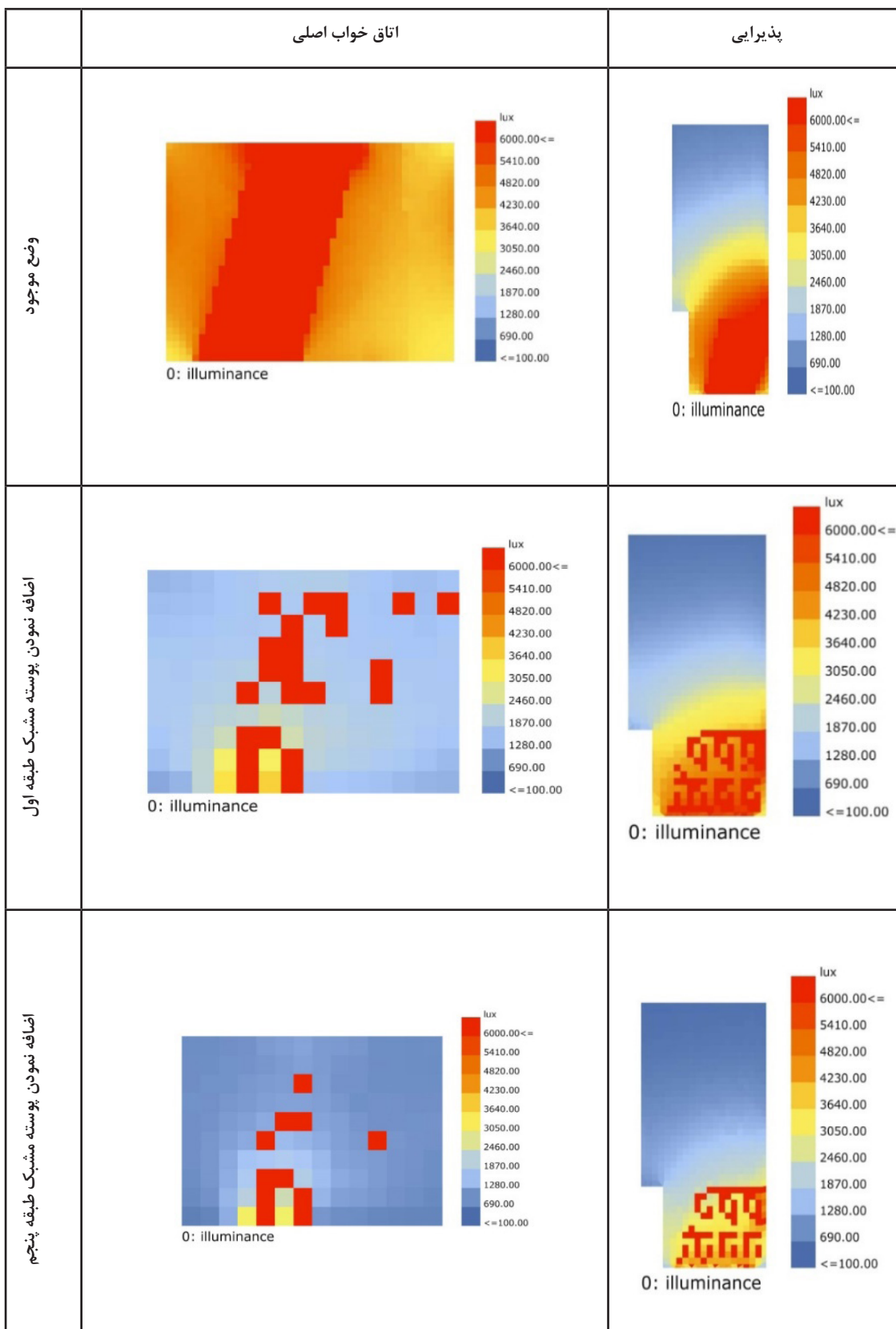
نتایج آنالیز با اضافه کردن پوسته در خانه شمالی در جدول 1 قابل مشاهده است. با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد، با اضافه شدن پوسته در سمت جنوب، وضعیت نورگیری پذیرایی در تابستان به حد مطلوب می‌رسد. در زمستان نیز نور به حد زیادی نسبت به وضع موجود تعدیل شده است. در خصوص اتاق مستر (اصلی) نیز همان گونه که در جدول مشخص است، وضعیت نورگیری در تابستان به حد زیادی تعدیل شده است. در خصوص خیرگی نیز همان گونه که در آنالیز دیده می‌شود خیرگی در فصل تابستان

به منظور بررسی دقیق‌تر وضعیت نورگیری پوسته پس از اضافه شدن به طبقات اول و پنجم در تابستان و زمستان مورد آنالیز نوری قرار گرفت. در این نمودارها همان گونه که در راهنمای آنالیز دیده می‌شود، نور بیش تر از 6000 لوکس با رنگ قرمز، لوکس نوری بیش تر از 4000 تا 6000 با رنگ نارنجی و لوکس نوری بین 3000 تا 4000 با رنگ زرد و کمتر از آن با تونالیته رنگ آبی مشخص شده است. پس از نمایش گرافیکی تصاویر در جدول شماره 6 میزان متوسط لوکس نوری مشخص شده است.



شکل 4- آنالیز نور تابستان جبهه رو به نور جنوب خانه شمالی

Fig4-.Summer light analysis of the southern side of the north housing



شکل 5- آنالیز نور زمستان جبهه رو به نور جنوب خانه شمالی

Fig. 5-Winter light analysis of the southern side of the north housing

Tab.1- Analytical Numerical Results by Adding Crust in the North housing

نام فضا	تابستان			زمستان		
	وضع موجود	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه اول	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه پنجم	وضع موجود	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه اول	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه پنجم
پذیرایی	324	185	175	1751	720	605
اتاق مستر	1928	430	317	3279	834	740

طبقات بالاتر می‌رود، نورگیری، وضعیت بهتری پیدا می‌کند.

شکل 7 طراحی پوسته را برای طبقات اول تا پنجم در مسکن عرفی جنوبی را نشان می‌دهد.

همان گونه که دیده می‌شود، بر اساس میزان نورگیری متفاوت طبقات ابعاد بازشوها تغییر نموده‌اند.

آنالیزهای زیر وضعیت نورگیری پوسته، پس از اضافه شدن به طبقات اول و پنجم در تابستان و زمستان نشان می‌دهد.

نتایج آنالیز با اضافه کردن پوسته در خانه جنوبی در جدول 2 قابل مشاهده است.

با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد، با اضافه شدن پوسته در سمت جنوب وضعیت نورگیری اتاق خوابها در تابستان به حد بهینه می‌رسد. در زمستان نیز از آن جا که نورگیری وضع موجود برای طبقه سوم به عنوان متوسط نورگیری محاسبه شده است، وضعیت نورگیری برای ضلع رو به جنوب در فصل زمستان برای طبقه اول و پنجم اندکی متفاوت است.

به همین دلیل ابعاد گشودگی در پوسته برای طبقات مختلف متفاوت در نظر گرفته شده است و تا جای ممکن سعی شده، وضعیت نورگیری نسبت به حالت وضع موجود هر طبقه تعدیل شود.

به طور کامل کنترل شده است.

در فصل زمستان نیز نورگیری به حد زیادی کنترل شده است که نسبت به وضعیت موجود این تغییرات مشهود است.

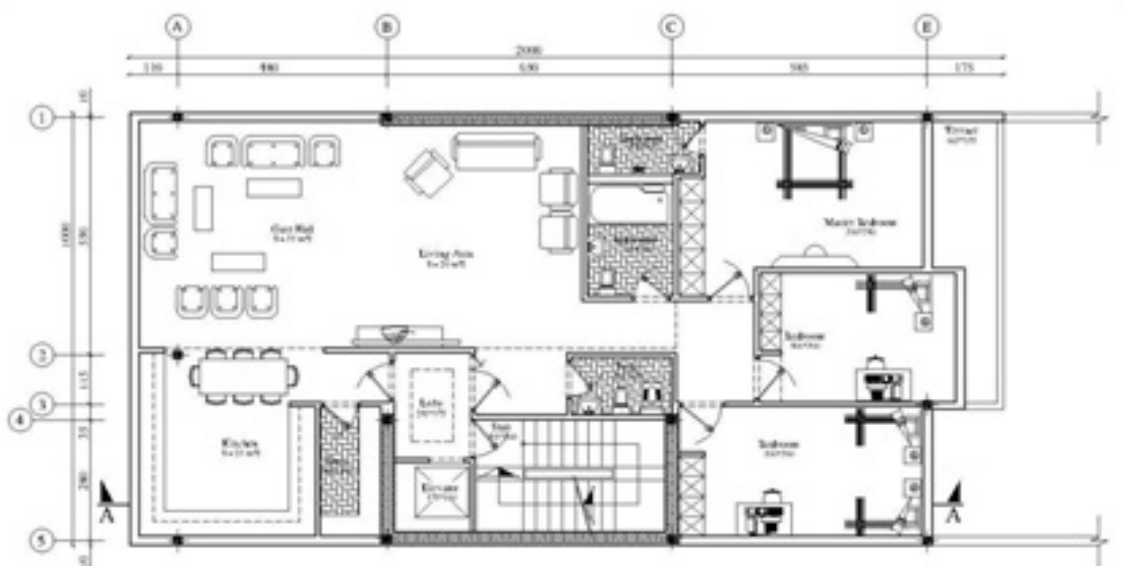
علاوه بر آن خیرگی در اتاق مستر به مقدار زیادی کنترل شده که در تصاویر مشخص است. با مشاهده این نتایج مشخص می‌شود که وضعیت نورگیری در خانه شمالی با اضافه شدن پوسته به مقدار زیادی کنترل شده و به حد مطلوب بهینه خود نزدیک می‌شود.

#### مسکن جنوبی

دومین نمونه مورد بررسی با جهت گیری شمالی جنوبی و در اصطلاح خانه جنوبی است که ابتدا پس از گذر از توده می‌توان وارد فضای باز(حیاط) شد. از نظر نورگیری این خانه‌ها در جبهه جنوبی رو به سمت خیابان نور شمال را با فاصله مناسب نسبت به خانه‌های اطراف دریافت می‌کنند و بدین منظور نورگیری این جبهه مطلوب است، با این تفاوت که نور شمال را دریافت می‌کند.

در این نوع مسکن در جبهه شمالی با توجه به قرار گیری توده در پشت بنا نور جنوب را با فاصله حداکثر 10 متر از خانه مجاور دریافت می‌کند. این جبهه نور جنوب را با فاصله بسیار کم از خانه مجاور دریافت می‌کند. هرچه

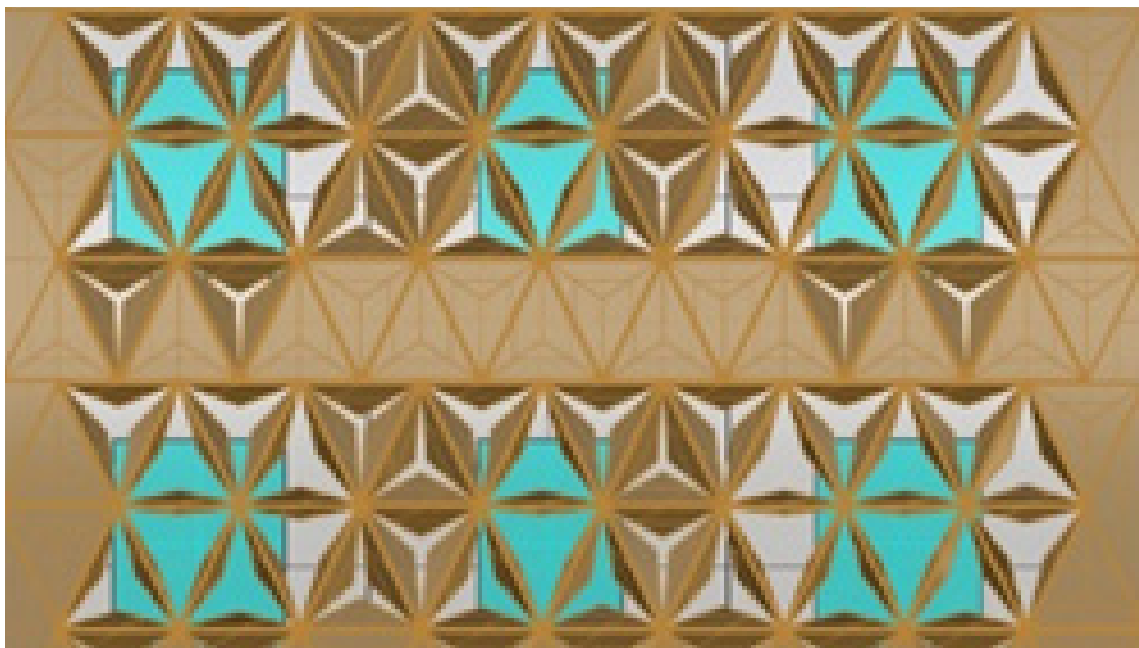
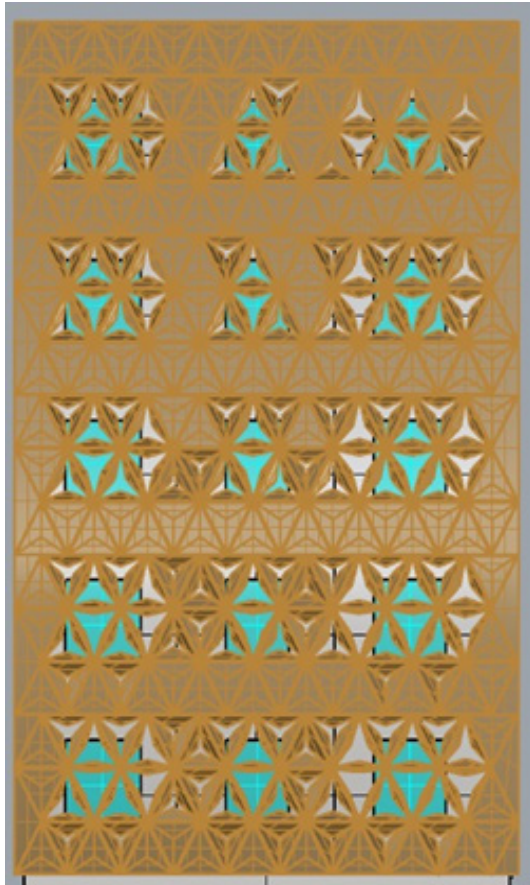




شکل ۶- مسکن جنوبی

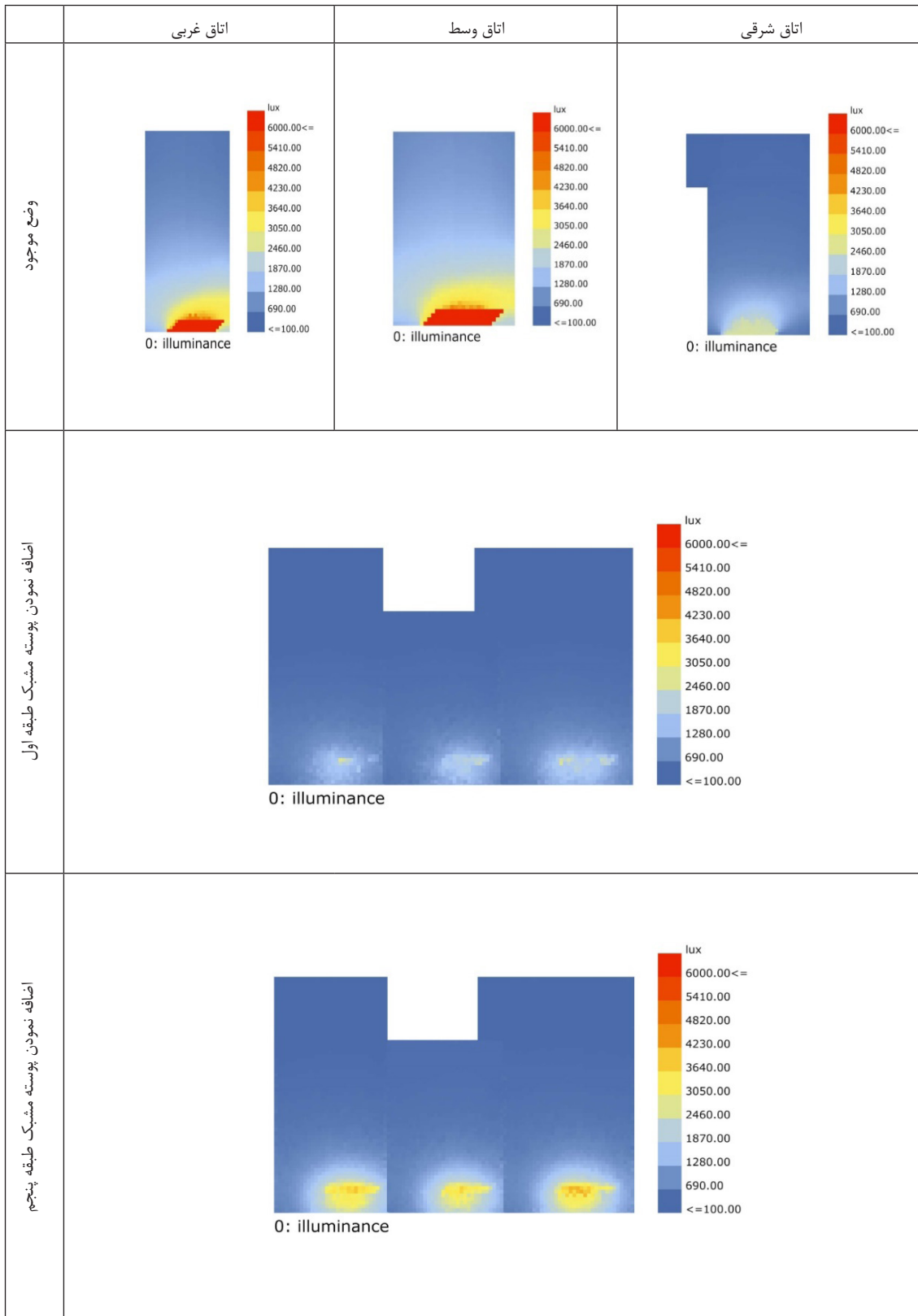
Fig. 6- South housing





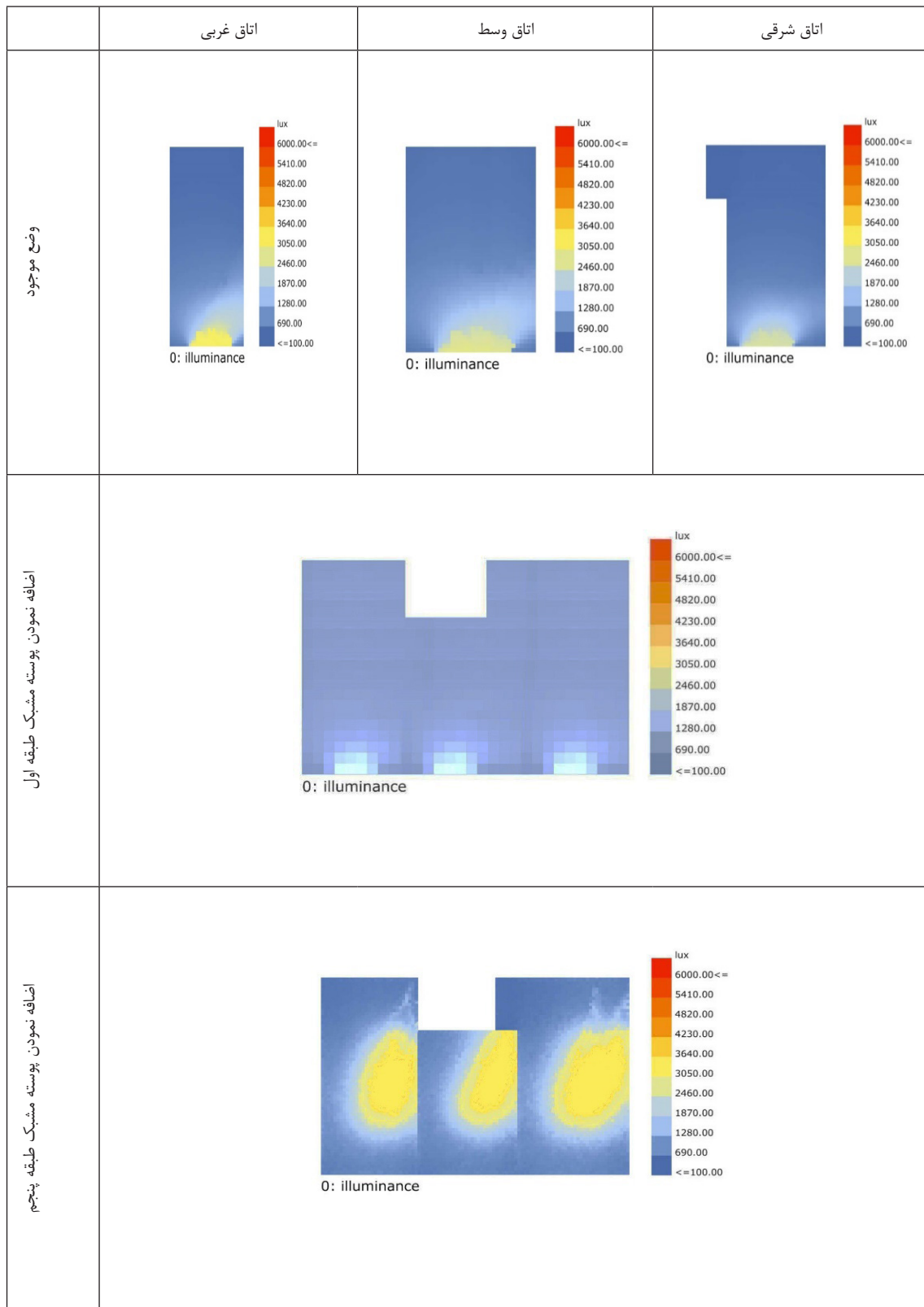
شکل 7- پوسته مشبک مسکن جنوبی

Fig.7- Grid shell in South Housing



شکل 8- آنالیز نور تابستان جبهه رو به نور جنوب خانه جنوبی

Fig. 8-Summer light analysis of the southern side of the south housing



شکل ۹- آنالیز نور زمستان جبهه رو به نور جنوب خانه جنوبی

Fig. 9- Winter light analysis of the southern side of the south housing

جدول 2- نتایج آنالیز نور با اضافه کردن پوسته در خانه جنوبی

**Tab. 2-Analytical Numerical Results by Adding Crust in the south housing**

نام فضا	وضع موجود	تابستان			زمستان	
		بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه اول	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه پنجم	وضع موجود	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه اول	بهبود سازی بعد از اضافه نمودن پوسته مشبک طبقه پنجم
اتاق شرقی	720	152	186	261	175	224
اتاق وسط	1008	148	211	383	156	254
اتاق غربی	503	165	173	211	140	200

در خصوص وضعیت نورگیری نیز می‌توان بیان داشت در فصل تابستان با اضافه نمودن پوسته میزان نورگیری در ساعت 12 ظهر برای طبقات مختلف به میزان بهینه برای فضای اتاق خواب رسیده است و از میزان خیرگی نور کاسته شده است. تنها در طبقه اول و دوم اندکی در ساعت 9 صبح در انتهای فضا کاهش نورگیری وجود دارد. اما در فصل زمستان میزان نورگیری همان گونه که بیان شد، در طبقات اول و دوم و تا حدی سوم با طبقات چهارم و پنجم متفاوت است. که این تفاوت ابعاد طراحی پوسته را نیز متفاوت ساخته است. به طوری که در وضع موجود طبقات سوم، چهارم و پنجم خیرگی بسیار زیادی در این فصل دیده می‌شود، حال آن که در طبقات اول و دوم نورگیری مناسبی در فضا وجود دارد. با اضافه شدن پوسته برای طبقات اول و دوم نورگیری در ساعت 12 ظهر به میزان بهینه می‌رسد اما در ساعت 9 صبح نورگیری در انتهای فضا کاهش می‌یابد. در طبقات سوم چهارم و پنجم نورگیری از وضعیت قبل خود که بیش تر از میزان 1000 لوکس بود به میزان حدودا 300 لوکس میرسد و خیرگی تا حد زیادی نسبت به وضع موجود کاهش می‌یابد.

#### منابع

- Ahadi. A. (2016). Designing window for reaching to the natural light in the apartment of Tehran, 25(10), 41-50.
- Design of Computer Controlled Sun-Tracking Façade Model, A Thesis in Architecture by Mahzad Tashakori, The Pennsylvania State University the Graduate School College of Arts and Architecture, May 2014.
- Hybrid Heritage :An Investigation In to the Viability of 3d printed Mashrabiye Window Screens For Bahraini Dwellings, Nehal Almerbati, PhD thesis , Faculty of Art, Design and Humanities, June 2016.
- Safae tabar M. (2016). Optimizing the use of natural light in the outer wall of common housing in Mashhad. Master degree in Architecture-Faculty of Art and Architecture of Yazd.

#### 4- نتیجه گیری

##### مسکن شمالی

در فصل تابستان استفاده از پوسته برای طبقات سوم تا پنجم بیشتر از طبقات اول و دوم توجیه دارد. به دلیل آن که این پوسته برای طبقات اول و دوم در ساعت 12 ظهر نور خیره کننده را برای طبقات تا حد زیادی بهینه می‌کند، اما برای ساعت 9 صبح استفاده از پوسته باعث کاهش میزان نور وارد شده در انتهای فضا در طبقات اول و دوم می‌شود. اما در فصل زمستان از آن جایی که خورشید پایین می‌آید، تمام طبقات نور دریافت می‌کنند و همچنین در ساعت 12 ظهر در تمام طبقات نور خیره کننده وجود دارد که استفاده از پوسته در فصل زمستان به میزان زیادی این نور مزاحم و خیره کننده را کنترل می‌نماید و نیز بافت نوری فوق العاده‌ای را نیز در فضا ایجاد می‌کند که در ساعات مختلف متفاوت است.

##### مسکن جنوبی